

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-358514

(43)Date of publication of application : 13.12.2002

(51)Int.Cl. G06T 3/00  
H04N 1/10  
H04N 1/107  
H04N 1/409

(21)Application number : 2001-374490

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 07.12.2001

(72)Inventor : SEKI UMIKATSU  
ARAKI SADAFUMI

(30)Priority

Priority number : 2000379895  
2001101279Priority date : 14.12.2000  
30.03.2001

Priority country : JP

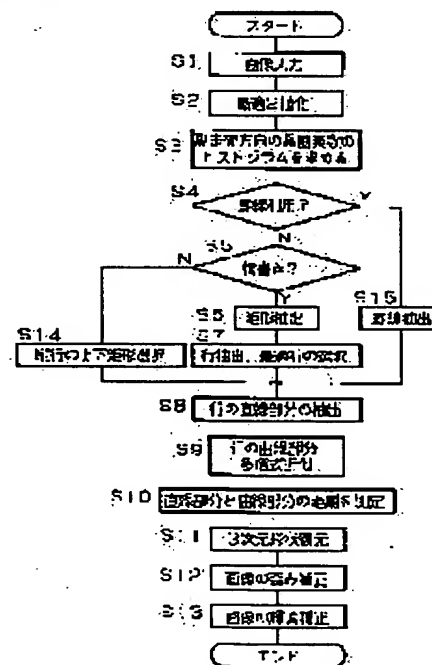
JP

(54) DEVICE AND METHOD FOR CORRECTING IMAGE DISTORTION, PROGRAM, STORAGE MEDIUM, IMAGE READER AND IMAGE FORMING APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To effectively correct a distortion with a small amount of calculation even in a reading scan image where the outer shape of a page is lost from a middle part.

SOLUTION: When a book original is read as an original, for example, the reading scan image is binarized and character strings are extracted (step S2-S7). The three-dimensional shape (a lift amount from a contact glass) of the book original is estimated based on the change of the character strings in shape (step S8-S11). The distortion of the scan image is corrected based on the lift amount from the contact glass (step S12-S13). Thus, the distortion is effectively corrected with a small amount of calculation even in the reading scan image where the outer page of the book original is lost from the middle part.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office



6 2 0 0 2 1 1 7 0 0 0 2 3 5 8 5 1 4

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-358514

(P2002-358514A)

(43) 公開日 平成14年12月13日 (2002. 12. 13)

(51) Int.Cl. <sup>1</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
G 0 6 T 3/00	2 0 0	G 0 6 T 3/00	2 0 0 5 B 0 5 7
H 0 4 N 1/10		H 0 4 N 1/40	1 0 1 D 5 C 0 7 2
1/107		1/10	5 C 0 7 7
1/409			

審査請求 未請求 請求項の数63 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2001-374490 (P2001-374490)

(22) 出願日 平成13年12月7日 (2001. 12. 7)

(31) 優先権主張番号 特願2000-379895 (P2000-379895)

(32) 優先日 平成12年12月14日 (2000. 12. 14)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願2001-101279 (P2001-101279)

(32) 優先日 平成13年3月30日 (2001. 3. 30)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 関 海克

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

(72) 発明者 荒木 慎史

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

(74) 代理人 100101177

弁理士 柏木 慎史 (外2名)

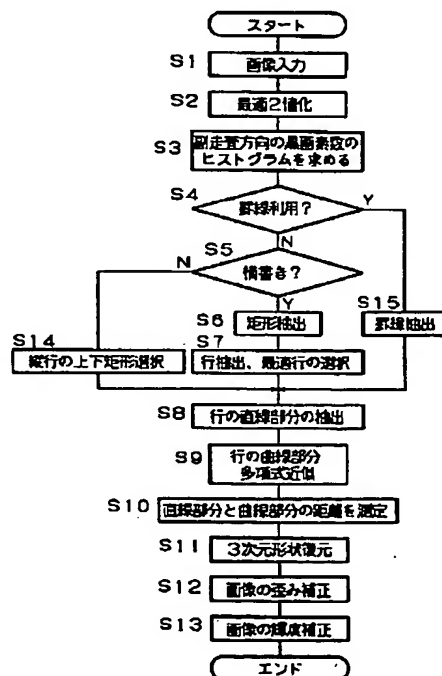
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像歪み補正装置、プログラム、記憶媒体、画像歪み補正方法、画像読取装置および画像形成装置

(57) 【要約】

【課題】 ページ外形が途中で切れているような読み取りスキャン画像であっても、その歪みを少ない計算量で有効に補正する。

【解決手段】 例えば原稿としてブック原稿を読み取る場合、読み取りスキャン画像を二値化して文字行を抽出し (ステップ S 2 ~ S 7)、これらの文字行の形状の変化に基づいてブック原稿の3次元形状 (コンタクトガラスからの浮き上がり量) を推定し (ステップ S 8 ~ S 11)、このコンタクトガラスからの浮き上がり量に基づいてスキャン画像の歪みを補正する (ステップ S 12 ~ S 13)。これにより、ブック原稿のページ外形が途中で切れているような読み取りスキャン画像であっても、その歪みを少ない計算量で有効に補正することができる。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 コンタクトガラスの上もしくは下に接触させた原稿画像を読み取る画像読取手段により読み取られたスキャン画像から文字を切り出して各文字の外接矩形を抽出する文字外接矩形抽出手段と、

この文字外接矩形抽出手段により抽出された文字外接矩形に基づいて文字行を抽出する文字行抽出手段と、

この文字行抽出手段により抽出された前記文字行の形状から前記原稿画像の前記コンタクトガラスからの浮き上がり量を推定する浮き上がり量推定手段と、

この浮き上がり量推定手段により推定された浮き上がり量に基づき、前記スキャン画像に対して補正処理を施す画像補正手段と、を備える画像歪み補正装置。

【請求項 2】 前記スキャン画像の画素の中でその画素値が予め定めた濃度値よりも濃い画素の数を前記画像読取手段による画像読み取りの副走査方向に関してカウントし、このカウントに基づいて主走査方向に関してのヒストグラムを構成し、そのヒストグラムのパターンに基づいて前記原稿画像が横書き文書か縦書き文書かを判別する文書判別手段を備える請求項 1 記載の画像歪み補正装置。

【請求項 3】 前記スキャン画像の画素の中でその画素値が予め定めた濃度値よりも濃い画素の数が多き部分と少ない部分とが交互に現れるようなパターンのヒストグラムが得られた場合は前記原稿画像を横書き文書と判別し、それ以外の場合は前記原稿画像を縦書き文書と判別する請求項 2 記載の画像歪み補正装置。

【請求項 4】 前記文書判別手段により前記原稿画像を横書き文書と判別した場合、前記浮き上がり量推定手段では、前記文字行抽出手段により抽出された前記文字行の中からその中で最長の前記文字行に対して所定の比率以上の長さを有する前記文字行を選択し、さらに選択した前記文字行の中で湾曲量の程度が最も大きい前記文字行を基準文字行とし、この基準文字行に基づいて浮き上がり量を推定する請求項 2 または 3 記載の画像歪み補正装置。

【請求項 5】 前記湾曲量は前記文字行に含まれる前記各文字外接矩形の中心座標の画像読み取りの主走査方向における位置座標によって測定し、中心座標の最大値と最小値との差が大きいほど湾曲量が大きいとみなす請求項 4 記載の画像歪み補正装置。

【請求項 6】 前記文書判別手段により前記原稿画像を縦書き文書と判別した場合、前記浮き上がり量推定手段では、前記文字行抽出手段により抽出された複数の前記各文字行の先頭の前記文字外接矩形で構成される文字行と前記文字行抽出手段により抽出された複数の前記各文字行の末尾の前記文字外接矩形で構成される文字行との少なくとも一方を選択して基準文字行とし、この基準文字行に基づいて浮き上がり量を推定する請求項 2 または 3 記載の画像歪み補正装置。

2

【請求項 7】 前記基準文字行に含まれる前記各文字外接矩形の中心座標に対してHough変換を施し、前記基準文字行の直線部分を推定する請求項 4 ないし 6 の何れか一記載の画像歪み補正装置。

【請求項 8】 前記基準文字行全体の形状を最小二乗法により多項式近似する請求項 7 記載の画像歪み補正装置。

【請求項 9】 前記基準文字行の直線部分を曲線部分側に延長した延長部分と曲線部分との距離を測定し、かつ、前記画像読取手段の結像中心線と前記曲線部分との距離を測定し、(延長部分と曲線部分との距離) / (結像中心線と曲線部分との距離) により求められる値に対して前記画像読取手段のレンズの中心から前記コンタクトガラスまでの距離を乗じた値を、前記原稿画像の前記コンタクトガラスからの浮き上がり量とみなす請求項 8 記載の画像歪み補正装置。

【請求項 10】 前記画像読取手段による画像読み取りの副走査方向における複数位置で、前記原稿画像の前記コンタクトガラスからの浮き上がり量を推定する請求項 9 記載の画像歪み補正装置。

【請求項 11】 前記浮き上がり量推定手段は、前記原稿画像の左右ページでそれぞれ独立して行う請求項 2 ないし 10 の何れか一記載の画像歪み補正装置。

【請求項 12】 コンタクトガラスの上もしくは下に接触させた原稿画像を読み取る画像読取手段により読み取られたスキャン画像から野線を抽出する野線抽出手段と、

この野線抽出手段により抽出された前記野線の形状から前記原稿画像の前記コンタクトガラスからの浮き上がり量を推定する浮き上がり量推定手段と、

この浮き上がり量推定手段により推定された浮き上がり量に基づき、前記スキャン画像に対して補正処理を施す画像補正手段と、を備える画像歪み補正装置。

【請求項 13】 前記野線抽出手段は、前記スキャン画像の画素の中でその画素値が予め定めた濃度値よりも濃い画素の数を前記画像読取手段による画像読み取りの副走査方向に関してカウントし、このカウントに基づいて主走査方向に関してのヒストグラムを構成し、そのヒストグラムのパターンに基づいて前記野線を抽出する請求項 12 記載の画像歪み補正装置。

【請求項 14】 ヒストグラムに細高いピークが現れた部分を前記野線として判定する請求項 13 記載の画像歪み補正装置。

【請求項 15】 前記浮き上がり量推定手段では、前記野線抽出手段により抽出された前記野線の中からその中で最長の前記野線に対して所定の比率以上の長さを有する前記野線を選択し、さらに選択した前記野線の中で画像の上端もしくは下端に最も近い前記野線を基準野線とし、この基準野線に基づいて浮き上がり量を推定する請求項 13 または 14 記載の画像歪み補正装置。

3

【請求項 16】 前記基準野線に含まれる各画素の座標に対してHough変換を施し、前記基準野線の直線部分を推定する請求項 15 記載の画像歪み補正装置。

【請求項 17】 前記基準野線の形状を最小二乗法により多項式近似する請求項 16 記載の画像歪み補正装置。

【請求項 18】 前記基準野線の直線部分を曲線部分側に延長した延長部分と曲線部分との距離を測定し、かつ、前記画像読取手段の結像中心線と前記曲線部分との距離を測定し、

(延長部分と曲線部分との距離) / (結像中心線と曲線部分との距離)

により求められる値に対して前記画像読取手段のレンズの中心から前記コンタクトガラスまでの距離を乗じた値を、前記原稿画像の前記コンタクトガラスからの浮き上がり量とみなす請求項 17 記載の画像歪み補正装置。

【請求項 19】 前記画像読取手段による画像読み取りの副走査方向における複数位置で、前記原稿画像の前記コンタクトガラスからの浮き上がり量を推定する請求項 18 記載の画像歪み補正装置。

【請求項 20】 前記浮き上がり量推定手段は、前記原稿画像の左右ページでそれぞれ独立して行う請求項 13 ないし 19 の何れか一記載の画像歪み補正装置。

【請求項 21】 コンタクトガラスの上もしくは下に接触させた原稿画像を読み取る画像読取手段により読み取られたスキャン画像の画像歪み補正をコンピュータに実行させるプログラムであって、前記画像読取手段により読み取られた前記スキャン画像から文字を切り出して各文字の外接矩形を抽出する文字外接矩形抽出機能と、この文字外接矩形抽出機能により抽出された文字外接矩形に基づいて文字行を抽出する文字行抽出機能と、この文字行抽出機能により抽出された前記文字行の形状から前記原稿画像の前記コンタクトガラスからの浮き上がり量を推定する浮き上がり量推定機能と、この浮き上がり量推定機能により推定された浮き上がり量に基づき、前記スキャン画像に対して補正処理を施す画像補正機能と、を前記コンピュータに実行させるプログラム。

【請求項 22】 前記スキャン画像の画素の中でその画素値が予め定めた閾値よりも濃い画素の数を前記画像読取手段による画像読み取りの副走査方向に関してカウントし、このカウントに基づいて主走査方向に関してのヒストグラムを構成し、そのヒストグラムのパターンに基づいて前記原稿画像が横書き文書か縦書き文書かを判別する文書判別機能を前記コンピュータに実行させる請求項 21 記載のプログラム。

【請求項 23】 前記スキャン画像の画素の中でその画素値が予め定めた閾値よりも濃い画素の数が多い部分と少ない部分とが交互に現れるようなパターンのヒストグラムが得られた場合は前記原稿画像を横書き文書と判別し、それ以外の場合は前記原稿画像を縦書き文書と判

4

別する請求項 22 記載のプログラム。

【請求項 24】 前記文書判別機能により前記原稿画像を横書き文書と判別した場合、前記浮き上がり量推定機能では、前記文字行抽出機能により抽出された前記文字行の中からその中で最長の前記文字行に対して所定の比率以上の長さを有する前記文字行を選択し、さらに選択した前記文字行の中で湾曲量の程度が最も大きい前記文字行を基準文字行とし、この基準文字行に基づいて浮き上がり量を推定する請求項 22 または 23 記載のプログラム。

【請求項 25】 前記湾曲量は前記文字行に含まれる前記各文字外接矩形の中心座標の画像読み取りの主走査方向における位置座標によって測定し、中心座標の最大値と最小値との差が大きいほど湾曲量が大きいとみなす請求項 24 記載のプログラム。

【請求項 26】 前記文書判別機能により前記原稿画像を縦書き文書と判別した場合、前記浮き上がり量推定機能では、前記文字行抽出機能により抽出された複数の前記各文字行の先頭の前記文字外接矩形で構成される文字行と前記文字行抽出機能により抽出された複数の前記各文字行の末尾の前記文字外接矩形で構成される文字行との少なくとも一方を選択して基準文字行とし、この基準文字行に基づいて浮き上がり量を推定する請求項 22 または 23 記載のプログラム。

【請求項 27】 前記基準文字行に含まれる前記各文字外接矩形の中心座標に対してHough変換を施し、前記基準文字行の直線部分を推定する請求項 24 ないし 26 の何れか一記載のプログラム。

【請求項 28】 前記基準文字行全体の形状を最小二乗法により多項式近似する請求項 27 記載のプログラム。

【請求項 29】 前記基準文字行の直線部分を曲線部分側に延長した延長部分と曲線部分との距離を測定し、かつ、前記画像読取手段の結像中心線と前記曲線部分との距離を測定し、(延長部分と曲線部分との距離) / (結像中心線と曲線部分との距離) により求められる値に対して前記画像読取手段のレンズの中心から前記コンタクトガラスまでの距離を乗じた値を、前記原稿画像の前記コンタクトガラスからの浮き上がり量とみなす請求項 28 記載のプログラム。

【請求項 30】 前記画像読取手段による画像読み取りの副走査方向における複数位置で、前記原稿画像の前記コンタクトガラスからの浮き上がり量を推定する請求項 29 記載のプログラム。

【請求項 31】 前記浮き上がり量推定機能では、前記原稿画像の左右ページでそれぞれ独立して行わせる請求項 22 ないし 30 の何れか一記載のプログラム。

【請求項 32】 コンタクトガラスの上もしくは下に接触させた原稿画像を読み取る画像読取手段により読み取られたスキャン画像の画像歪み補正をコンピュータに実行させるプログラムであって、

前記画像読取手段により読み取られた前記スキャン画像から野線を抽出する野線抽出機能と、  
この野線抽出機能により抽出された前記野線の形状から前記原稿画像の前記コンタクトガラスからの浮き上がり量を推定する浮き上がり量推定機能と、  
この浮き上がり量推定機能により推定された浮き上がり量に基づき、前記スキャン画像に対して補正処理を施す画像補正機能と、を前記コンピュータに実行させるプログラム。

【請求項 33】 前記野線抽出機能では、前記スキャン画像の画素の中でその画素値が予め定めた濃度値よりも濃い画素の数を前記画像読取手段による画像読み取りの副走査方向に関してカウントし、このカウントに基づいて主走査方向に関してのヒストグラムを構成し、そのヒストグラムのパターンに基づいて前記野線を抽出させる請求項 32 記載のプログラム。

【請求項 34】 ヒストグラムに細高いピークが現れた部分を前記野線として判定する請求項 33 記載のプログラム。

【請求項 35】 前記浮き上がり量推定機能では、前記野線抽出機能により抽出された前記野線の中からその中で最長の前記野線に対して所定の比率以上の長さを有する前記野線を選択し、さらに選択した前記野線の中で画像の上端もしくは下端に最も近い前記野線を基準野線とし、この基準野線に基づいて浮き上がり量を推定させる請求項 33 または 34 記載のプログラム。

【請求項 36】 前記基準野線に含まれる各画素の座標に対して Hough 変換を施し、前記基準野線の直線部分を推定する請求項 35 記載のプログラム。

【請求項 37】 前記基準野線の形状を最小二乗法により多項式近似する請求項 36 記載のプログラム。

【請求項 38】 前記基準野線の直線部分を曲線部分側に延長した延長部分と曲線部分との距離を測定し、かつ、前記画像読取手段の結像中心線と前記曲線部分との距離を測定し、

$(\text{延長部分と曲線部分との距離}) / (\text{結像中心線と曲線部分との距離})$

により求められる値に対して前記画像読取手段のレンズの中心から前記コンタクトガラスまでの距離を乗じた値を、前記原稿画像の前記コンタクトガラスからの浮き上がり量とみなす請求項 37 記載のプログラム。

【請求項 39】 前記画像読取手段による画像読み取りの副走査方向における複数位置で、前記原稿画像の前記コンタクトガラスからの浮き上がり量を推定する請求項 38 記載のプログラム。

【請求項 40】 前記浮き上がり量推定機能では、前記原稿画像の左右ページでそれぞれ独立して行わせる請求項 33 ないし 39 の何れか一記載のプログラム。

【請求項 41】 請求項 21 ないし 40 のいずれか一記載のプログラムを記憶するコンピュータに読み取り可能

な記憶媒体。

【請求項 42】 コンタクトガラスの上もしくは下に接触させた原稿画像を読み取る画像読取手段により読み取られたスキャン画像の歪みを補正する画像歪み補正方法であって、

前記スキャン画像から文字を切り出して各文字の外接矩形を抽出する文字外接矩形抽出工程と、

この文字外接矩形抽出工程により抽出された文字外接矩形に基づいて文字行を抽出する文字行抽出工程と、

この文字行抽出工程により抽出された前記文字行の形状から前記原稿画像の前記コンタクトガラスからの浮き上がり量を推定する浮き上がり量推定工程と、

この浮き上がり量推定工程により推定された浮き上がり量に基づき、前記スキャン画像に対して補正処理を施す画像補正工程と、を含む画像歪み補正方法。

【請求項 43】 前記スキャン画像の画素の中でその画素値が予め定めた濃度値よりも濃い画素の数を前記画像読取手段による画像読み取りの副走査方向に関してカウントし、このカウントに基づいて主走査方向に関してのヒストグラムを構成し、そのヒストグラムのパターンに基づいて前記原稿画像が横書き文書か縦書き文書かを判別する文書判別工程を含む請求項 42 記載の画像歪み補正方法。

【請求項 44】 前記スキャン画像の画素の中でその画素値が予め定めた濃度値よりも濃い画素の数が多き部分と少ない部分とが交互に現れるようなパターンのヒストグラムが得られた場合は前記原稿画像を横書き文書と判別し、それ以外の場合は前記原稿画像を縦書き文書と判別する請求項 43 記載の画像歪み補正方法。

【請求項 45】 前記文書判別工程により前記原稿画像を横書き文書と判別した場合、前記浮き上がり量推定工程では、前記文字行抽出工程により抽出された前記文字行の中からその中で最長の前記文字行に対して所定の比率以上の長さを有する前記文字行を選択し、さらに選択した前記文字行の中で湾曲量の程度が最も大きい前記文字行を基準文字行とし、この基準文字行に基づいて浮き上がり量を推定する請求項 43 または 44 記載の画像歪み補正方法。

【請求項 46】 前記湾曲量は前記文字行に含まれる前記各文字外接矩形の中心座標の画像読み取りの主走査方向における位置座標によって測定し、中心座標の最大値と最小値との差が大きいほど湾曲量が大きいとみなす請求項 45 記載の画像歪み補正方法。

【請求項 47】 前記文書判別工程により前記原稿画像を縦書き文書と判別した場合、前記浮き上がり量推定工程では、前記文字行抽出工程により抽出された複数の前記各文字行の先頭の前記文字外接矩形で構成される文字行と前記文字行抽出工程により抽出された複数の前記各文字行の末尾の前記文字外接矩形で構成される文字行との少なくとも一方を選択して基準文字行とし、この基準

7

文字行に基づいて浮き上がり量を推定する請求項 4 3 または 4 4 記載の画像歪み補正方法。

【請求項 4 8】 前記基準文字行に含まれる前記各文字外接矩形の中心座標に対して Hough 変換を施し、前記基準文字行の直線部分を推定する請求項 4 5 ないし 4 7 の何れか一記載の画像歪み補正方法。

【請求項 4 9】 前記基準文字行全体の形状を最小二乗法により多項式近似する請求項 4 8 記載の画像歪み補正方法。

【請求項 5 0】 前記基準文字行の直線部分を曲線部分側に延長した延長部分と曲線部分との距離を測定し、かつ、前記画像読取手段の結像中心線と前記曲線部分との距離を測定し、

(延長部分と曲線部分との距離) / (結像中心線と曲線部分との距離)

により求められる値に対して前記画像読取手段のレンズの中心から前記コンタクトガラスまでの距離を乗じた値を、前記原稿画像の前記コンタクトガラスからの浮き上がり量とみなす請求項 4 9 記載の画像歪み補正方法。

【請求項 5 1】 前記画像読取手段による画像読み取りの副走査方向における複数位置で、前記原稿画像の前記コンタクトガラスからの浮き上がり量を推定する請求項 5 0 記載の画像歪み補正方法。

【請求項 5 2】 前記浮き上がり量推定工程を、前記原稿画像の左右ページでそれぞれ独立して行う請求項 4 3 ないし 5 1 の何れか一記載の画像歪み補正方法。

【請求項 5 3】 コンタクトガラスの上もしくは下に接触させた原稿画像を読み取る画像読取手段により読み取られたスキャン画像の歪みを補正する画像歪み補正方法であって、

前記スキャン画像から野線を抽出する野線抽出工程と、この野線抽出工程により抽出された前記野線の形状から前記原稿画像の前記コンタクトガラスからの浮き上がり量を推定する浮き上がり量推定工程と、

この浮き上がり量推定工程により推定された浮き上がり量に基づき、前記スキャン画像に対して補正処理を施す画像補正工程と、を含む画像歪み補正方法。

【請求項 5 4】 前記野線抽出工程は、前記スキャン画像の画素の中でその画素値が予め定めた濃度値よりも濃い画素の数を前記画像読取手段による画像読み取りの副走査方向に関してカウントし、このカウントに基づいて主走査方向に関してのヒストグラムを構成し、そのヒストグラムのパターンに基づいて前記野線を抽出する請求項 5 3 記載の画像歪み補正方法。

【請求項 5 5】 ヒストグラムに細高いピークが現れた部分を前記野線として判定する請求項 5 4 記載の画像歪み補正方法。

【請求項 5 6】 前記浮き上がり量推定工程では、前記野線抽出工程により抽出された前記野線の中からその中の最長の前記野線に対して所定の比率以上の長さを有

8

する前記野線を選択し、さらに選択した前記野線の中で画像の上端もしくは下端に最も近い前記野線を基準野線とし、この基準野線に基づいて浮き上がり量を推定する請求項 5 4 または 5 5 記載の画像歪み補正方法。

【請求項 5 7】 前記基準野線に含まれる各画素の座標に対して Hough 変換を施し、前記基準野線の直線部分を推定する請求項 5 6 記載の画像歪み補正方法。

【請求項 5 8】 前記基準野線の形状を最小二乗法により多項式近似する請求項 5 7 記載の画像歪み補正方法。

【請求項 5 9】 前記基準野線の直線部分を曲線部分側に延長した延長部分と曲線部分との距離を測定し、かつ、前記画像読取手段の結像中心線と前記曲線部分との距離を測定し、

(延長部分と曲線部分との距離) / (結像中心線と曲線部分との距離)

により求められる値に対して前記画像読取手段のレンズの中心から前記コンタクトガラスまでの距離を乗じた値を、前記原稿画像の前記コンタクトガラスからの浮き上がり量とみなす請求項 5 8 記載の画像歪み補正方法。

【請求項 6 0】 前記画像読取手段による画像読み取りの副走査方向における複数位置で、前記原稿画像の前記コンタクトガラスからの浮き上がり量を推定する請求項 5 9 記載の画像歪み補正方法。

【請求項 6 1】 前記浮き上がり量推定工程は、前記原稿画像の左右ページでそれぞれ独立して行う請求項 5 4 ないし 6 0 の何れか一記載の画像歪み補正方法。

【請求項 6 2】 コンタクトガラスの上もしくは下に接触させた原稿画像を読み取る画像読取手段と、

この画像読取手段により読み取られたスキャン画像の補正を行う請求項 1 ないし 2 0 の何れか一記載の画像歪み補正装置と、を備える画像読取装置。

【請求項 6 3】 コンタクトガラスの上もしくは下に接触させた原稿画像を読み取る画像読取手段と、

この画像読取手段により読み取られたスキャン画像の補正を行う請求項 1 ないし 2 0 の何れか一記載の画像歪み補正装置と、

この画像歪み補正装置から出力される画像データに基づいた画像を用紙上に印刷する画像印刷装置と、を備える画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、画像歪み補正装置、プログラム、記憶媒体、画像歪み補正方法、画像読取装置および画像形成装置に関する。

【0002】

【従来の技術】ブック原稿（書籍、冊子など）を複写したり、スキャナで読み取ったりする際に、ブック原稿のページ綴じ部が焦点面から離れてしまうため、画像歪み、影、文字ぼけなどの画像劣化が発生する。劣化した画像のページ綴じ部は読みにくく、OCR により文字認



識処理を行うときの認識率が著しく低下する。特に、厚手製本ではその割合が高く、また、ブック原稿のページ綴じ部を焦点面から離れないように加圧作業した場合には、ブック原稿自体を破損してしまうこともある。

【0003】このような問題を解決すべく、画像の濃度情報から物体の3次元形状を推定する方法を用いて、画像の歪みを補正する方法が提案されている。このような画像の濃度情報から物体の3次元形状を推定する方法としては、T. Wada, H. Uchida and T. Matsuyama, "Shape from Shading with Interreflections under a Proximal Light Source: Distortion-Free Copying of an Unfolded Book", International Journal Computer Vision 24(2), 125-135(1997)と、浮田 浩行、小西 克信、"固有空間法を用いた書籍表面の3次元形状復元"、信学技報、PRMU99-91, pp. 23-30, Oct. 1999とに記載されているShape from Shadingと呼ばれる方法が代表的な例である。

【0004】また、特開平11-41455号公報には、読み取りスキャン画像のページ外形の形状を用いて書籍表面の3次元形状を推定する方法が提案されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前述したShape from Shadingと呼ばれる方法によれば、計算量が多く、歪み補正処理の計算時間が長いので、実用化は困難である。

【0006】また、特開平11-41455号公報に記載されている方法によれば、少ない計算量で歪み補正ができるが、ページ外形が画像中に完全に収まりきれずに途中で切れているような場合には有効な補正ができない。

【0007】本発明の目的は、ページ外形が途中で切れているような読み取りスキャン画像であっても、その歪みを少ない計算量で有効に補正することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明の画像歪み補正装置は、コンタクトガラスの上もしくは下に接触させた原稿画像を読み取る画像読取手段により読み取られたスキャン画像から文字を切り出して各文字の外接矩形を抽出する文字外接矩形抽出手段と、この文字外接矩形抽出手段により抽出された文字外接矩形に基づいて文字行を抽出する文字行抽出手段と、この文字行抽出手段により抽出された前記文字行の形状から前記原稿画像の前記コンタクトガラスからの浮き上がり量を推定する浮き上がり量推定手段と、この浮き上がり量推定手段により推定された浮き上がり量に基づき、前記スキャン画像に対して補正処理を施す画像補正手段と、を備える。

【0009】したがって、例えば原稿としてブック原稿を用いた場合、画像読取手段により読み取られたスキャン画像から文字行を抽出し、これらの文字行の形状の変化に基づいてブック原稿の3次元形状（コンタクトガラ

スからの浮き上がり量）が推定され、このコンタクトガラスからの浮き上がり量に基づいてスキャン画像の歪みが補正される。これにより、ブック原稿のページ外形が途中で切れているような読み取りスキャン画像であっても、その歪みが少ない計算量で有効に補正される。

【0010】請求項2記載の発明は、請求項1記載の画像読取装置において、前記スキャン画像の画素の中でその画素値が予め定めた濃度値よりも濃い画素の数を前記画像読取手段による画像読み取りの副走査方向に関してカウントし、このカウントに基づいて主走査方向に関してのヒストグラムを構成し、そのヒストグラムのパターンに基づいて前記原稿画像が横書き文書か縦書き文書かを判別する文書判別手段を備える。

【0011】したがって、文書が横書きの場合には山谷の繰り返しパターンが現れ、縦書きの場合にはこのパターンは現れないため、このパターンを利用することで原稿画像が横書きなのか縦書きなのかを判別することが可能になる。

【0012】請求項3記載の発明は、請求項2記載の画像読取装置において、前記スキャン画像の画素の中でその画素値が予め定めた濃度値よりも濃い画素の数が多い部分と少ない部分とが交互に現れるようなパターンのヒストグラムが得られた場合は前記原稿画像を横書き文書と判別し、それ以外の場合は前記原稿画像を縦書き文書と判別する。

【0013】したがって、原稿画像が横書きなのか縦書きなのかを確実に判別することが可能になる。

【0014】請求項4記載の発明は、請求項2または3記載の画像読取装置において、前記文書判別手段により前記原稿画像を横書き文書と判別した場合、前記浮き上がり量推定手段では、前記文字行抽出手段により抽出された前記文字行の中からその中で最長の前記文字行に対して所定の比率以上の長さを有する前記文字行を選択し、さらに選択した前記文字行の中で湾曲量の程度が最も大きい前記文字行を基準文字行とし、この基準文字行に基づいて浮き上がり量を推定する。

【0015】したがって、最適な基準文字行が選択され、この基準文字行に基づくことにより、原稿画像のコンタクトガラスからの浮き上がり量が適正に推定される。

【0016】請求項5記載の発明は、請求項4記載の画像読取装置において、前記湾曲量は前記文字行に含まれる前記各文字外接矩形の中心座標の画像読み取りの主走査方向における位置座標によって測定し、中心座標の最大値と最小値との差が大きいほど湾曲量が大きいとみなす。

【0017】したがって、湾曲量の最も大きい文字行を確実に基準文字行にすることが可能になる。

【0018】請求項6記載の発明は、請求項2または3記載の画像読取装置において、前記文書判別手段により

11

前記原稿画像を縦書き文書と判別した場合、前記浮き上がり量推定手段では、前記文字行抽出手段により抽出された複数の前記各文字行の先頭の前記文字外接矩形で構成される文字行と前記文字行抽出手段により抽出された複数の前記各文字行の末尾の前記文字外接矩形で構成される文字行との少なくとも一方を選択して基準文字行とし、この基準文字行に基づいて浮き上がり量を推定する。

【0019】したがって、最適な基準文字行が選択され、この基準文字行に基づくことにより、原稿画像のコンタクトガラスからの浮き上がり量が適正に推定される。

【0020】請求項7記載の発明は、請求項4ないし6の何れか一記載の画像読取装置において、前記基準文字行に含まれる前記各文字外接矩形の中心座標に対してHough変換を施し、前記基準文字行の直線部分を推定する。

【0021】したがって、直線と曲線とが混在する場合であっても、直線部分が検出可能になる。

【0022】請求項8記載の発明は、請求項7記載の画像読取装置において、前記基準文字行全体の形状を最小二乗法により多項式近似する。

【0023】したがって、曲線部分が確実に抽出される。

【0024】請求項9記載の発明は、請求項8記載の画像読取装置において、前記基準文字行の直線部分を曲線部分側に延長した延長部分と曲線部分との距離を測定し、かつ、前記画像読取手段の結像中心線と前記曲線部分との距離を測定し、(延長部分と曲線部分との距離) / (結像中心線と曲線部分との距離) により求められる値に対して前記画像読取手段のレンズの中心から前記コンタクトガラスまでの距離を乗じた値を、前記原稿画像の前記コンタクトガラスからの浮き上がり量とみなす。

【0025】したがって、直線の内側への歪み量が測定され、3次元形状が復元される。

【0026】請求項10記載の発明は、請求項9記載の画像読取装置において、前記画像読取手段による画像読み取りの副走査方向における複数位置で、前記原稿画像の前記コンタクトガラスからの浮き上がり量を推定する。

【0027】したがって、適正な浮き上がり量が推定される。

【0028】請求項11記載の発明は、請求項2ないし10の何れか一記載の画像読取装置において、前記浮き上がり量推定手段は、前記原稿画像の左右ページでそれぞれ独立して行う。

【0029】したがって、書籍の表紙や裏表紙に近いページを開いたときのようにブック原稿のページ綴じ部の左右での浮き上がり量が異なる場合であっても、それぞれ独立に浮き上がり量を推定することで、より良好な補

12

正結果を得ることが可能になる。

【0030】請求項12記載の発明の画像歪み補正装置は、コンタクトガラスの上もしくは下に接触させた原稿画像を読み取る画像読取手段により読み取られたスキャン画像から野線を抽出する野線抽出手段と、この野線抽出手段により抽出された前記野線の形状から前記原稿画像の前記コンタクトガラスからの浮き上がり量を推定する浮き上がり量推定手段と、この浮き上がり量推定手段により推定された浮き上がり量に基づき、前記スキャン画像に対して補正処理を施す画像補正手段と、を備える。

【0031】したがって、例えば原稿としてブック原稿を用いた場合、画像読取手段により読み取られたスキャン画像から野線を抽出し、これらの野線の形状の変化に基づいてブック原稿の3次元形状(コンタクトガラスからの浮き上がり量)が推定され、このコンタクトガラスからの浮き上がり量に基づいてスキャン画像の歪みが補正される。これにより、ブック原稿のページ外形が途中で切れているような読み取りスキャン画像であっても、その歪みが少ない計算量で有効に補正される。

【0032】請求項13記載の発明は、請求項12記載の画像読取装置において、前記野線抽出手段は、前記スキャン画像の画素の中でその画素値が予め定めた濃度値よりも濃い画素の数を前記画像読取手段による画像読み取りの副走査方向に関してカウントし、このカウントに基づいて主走査方向に関してのヒストグラムを構成し、そのヒストグラムのパターンに基づいて前記野線を抽出する。

【0033】したがって、副走査方向に描いた野線が抽出される。

【0034】請求項14記載の発明は、請求項13記載の画像読取装置において、ヒストグラムに細高いピークが現れた部分を前記野線として判定する。

【0035】したがって、副走査方向に描いた野線が確実に抽出される。

【0036】請求項15記載の発明は、請求項13または14記載の画像読取装置において、前記浮き上がり量推定手段では、前記野線抽出手段により抽出された前記野線の中からその中での最長の前記野線に対して所定の比率以上の長さを有する前記野線を選択し、さらに選択した前記野線の中で画像の上端もしくは下端に最も近い前記野線を基準野線とし、この基準野線に基づいて浮き上がり量を推定する。

【0037】したがって、最適な基準野線が選択され、この基準野線に基づくことにより、原稿画像のコンタクトガラスからの浮き上がり量が適正に推定される。

【0038】請求項16記載の発明は、請求項15記載の画像読取装置において、前記基準野線に含まれる各画素の座標に対してHough変換を施し、前記基準野線の直線部分を推定する。

13

【0039】したがって、直線と曲線とが混在する場合であっても、直線部分が検出可能になる。

【0040】請求項17記載の発明は、請求項16記載の画像読取装置において、前記基準野線の形状を最小二乗法により多項式近似する。

【0041】したがって、曲線部分が確実に抽出される。

【0042】請求項18記載の発明は、請求項17記載の画像読取装置において、前記基準野線の直線部分を曲線部分側に延長した延長部分と曲線部分との距離を測定し、かつ、前記画像読取手段の結像中心線と前記曲線部分との距離を測定し、(延長部分と曲線部分との距離) / (結像中心線と曲線部分との距離) により求められる値に対して前記画像読取手段のレンズの中心から前記コンタクトガラスまでの距離を乗じた値を、前記原稿画像の前記コンタクトガラスからの浮き上がり量とみなす。

【0043】したがって、直線の内側への歪み量が測定され、3次元形状が復元される。

【0044】請求項19記載の発明は、請求項18記載の画像読取装置において、前記画像読取手段による画像読み取りの副走査方向における複数位置で、前記原稿画像の前記コンタクトガラスからの浮き上がり量を推定する。

【0045】したがって、適正な浮き上がり量が推定される。

【0046】請求項20記載の発明は、請求項13ないし19の何れか一記載の画像読取装置において、前記浮き上がり量推定手段は、前記原稿画像の左右ページでそれぞれ独立して行う。

【0047】したがって、書籍の表紙や裏表紙に近いページを開いたときのようにブック原稿のページ綴じ部の左右での浮き上がり量が異なる場合であっても、それぞれ独立に浮き上がり量を推定することで、より良好な補正結果を得ることが可能になる。

【0048】請求項21記載の発明は、コンタクトガラスの上もしくは下に接触させた原稿画像を読み取る画像読取手段により読み取られたスキャン画像の画像歪み補正をコンピュータに実行させるプログラムであって、前記画像読取手段により読み取られた前記スキャン画像から文字を切り出して各文字の外接矩形を抽出する文字外接矩形抽出機能と、この文字外接矩形抽出機能により抽出された文字外接矩形に基づいて文字行を抽出する文字行抽出機能と、この文字行抽出機能により抽出された前記文字行の形状から前記原稿画像の前記コンタクトガラスからの浮き上がり量を推定する浮き上がり量推定機能と、この浮き上がり量推定機能により推定された浮き上がり量に基づき、前記スキャン画像に対して補正処理を施す画像補正機能と、を前記コンピュータに実行させる。

【0049】したがって、例えば原稿としてブック原稿

14

を用いた場合、画像読取手段により読み取られたスキャン画像から文字行を抽出し、これらの文字行の形状の変化に基づいてブック原稿の3次元形状(コンタクトガラスからの浮き上がり量)が推定され、このコンタクトガラスからの浮き上がり量に基づいてスキャン画像の歪みが補正される。これにより、ブック原稿のページ外形が途中で切れているような読み取りスキャン画像であっても、その歪みが少ない計算量で有効に補正される。

【0050】請求項22記載の発明は、請求項21記載のプログラムにおいて、前記スキャン画像の画素の中でその画素値が予め定めた濃度値よりも濃い画素の数を前記画像読取手段による画像読み取りの副走査方向に関してカウントし、このカウントに基づいて主走査方向に関してのヒストグラムを構成し、そのヒストグラムのパターンに基づいて前記原稿画像が横書き文書か縦書き文書かを判別する文書判別機能を前記コンピュータに実行させる。

【0051】したがって、文書が横書きの場合には山谷の繰り返しパターンが現れ、縦書きの場合にはこのパターンは現れないため、このパターンを利用することで原稿画像が横書きなのか縦書きなのかを判別することが可能になる。

【0052】請求項23記載の発明は、請求項22記載のプログラムにおいて、前記スキャン画像の画素の中でその画素値が予め定めた濃度値よりも濃い画素の数が多い部分と少ない部分とが交互に現れるようなパターンのヒストグラムが得られた場合は前記原稿画像を横書き文書と判別し、それ以外の場合は前記原稿画像を縦書き文書と判別する。

【0053】したがって、原稿画像が横書きなのか縦書きなのかを確実に判別することが可能になる。

【0054】請求項24記載の発明は、請求項22または23記載のプログラムにおいて、前記文書判別機能により前記原稿画像を横書き文書と判別した場合、前記浮き上がり量推定機能では、前記文字行抽出機能により抽出された前記文字行の中からその中で最長の前記文字行に対して所定の比率以上の長さを有する前記文字行を選択し、さらに選択した前記文字行の中で湾曲量の程度が最も大きい前記文字行を基準文字行とし、この基準文字行に基づいて浮き上がり量を推定する。

【0055】したがって、最適な基準文字行が選択され、この基準文字行に基づくことにより、原稿画像のコンタクトガラスからの浮き上がり量が適正に推定される。

【0056】請求項25記載の発明は、請求項24記載のプログラムにおいて、前記湾曲量は前記文字行に含まれる前記各文字外接矩形の中心座標の画像読み取りの主走査方向における位置座標によって測定し、中心座標の最大値と最小値との差が大きいほど湾曲量が大きいとみなす。

15

【0057】したがって、湾曲量の最も大きい文字行を確実に基準文字行にすることが可能になる。

【0058】請求項26記載の発明は、請求項22または23記載のプログラムにおいて、前記文書判別機能により前記原稿画像を縦書き文書と判別した場合、前記浮き上がり量推定機能では、前記文字行抽出機能により抽出された複数の前記各文字行の先頭の前記文字外接矩形で構成される文字行と前記文字行抽出機能により抽出された複数の前記各文字行の末尾の前記文字外接矩形で構成される文字行との少なくとも一方を選択して基準文字行とし、この基準文字行に基づいて浮き上がり量を推定する。

【0059】したがって、最適な基準文字行が選択され、この基準文字行に基づくことにより、原稿画像のコンタクトガラスからの浮き上がり量が適正に推定される。

【0060】請求項27記載の発明は、請求項24ないし26の何れか一記載のプログラムにおいて、前記基準文字行に含まれる前記各文字外接矩形の中心座標に対してHough変換を施し、前記基準文字行の直線部分を推定する。

【0061】したがって、直線と曲線とが混在する場合であっても、直線部分が検出可能になる。

【0062】請求項28記載の発明は、請求項27記載のプログラムにおいて、前記基準文字行全体の形状を最小二乗法により多項式近似する。

【0063】したがって、曲線部分が確実に抽出される。

【0064】請求項29記載の発明は、請求項28記載のプログラムにおいて、前記基準文字行の直線部分を曲線部分側に延長した延長部分と曲線部分との距離を測定し、かつ、前記画像読取手段の結像中心線と前記曲線部分との距離を測定し、(延長部分と曲線部分との距離) / (結像中心線と曲線部分との距離) により求められる値に対して前記画像読取手段のレンズの中心から前記コンタクトガラスまでの距離を乗じた値を、前記原稿画像の前記コンタクトガラスからの浮き上がり量とみなす。

【0065】したがって、直線の内側への歪み量が測定され、3次元形状が復元される。

【0066】請求項30記載の発明は、請求項29記載のプログラムにおいて、前記画像読取手段による画像読取りの副走査方向における複数位置で、前記原稿画像の前記コンタクトガラスからの浮き上がり量を推定する。

【0067】したがって、適正な浮き上がり量が推定される。

【0068】請求項31記載の発明は、請求項22ないし30の何れか一記載のプログラムにおいて、前記浮き上がり量推定機能では、前記原稿画像の左右ページでそれぞれ独立して行わせる。

16

【0069】したがって、書籍の表紙や裏表紙に近いページを開いたときのようにブック原稿のページ綴じ部の左右での浮き上がり量が異なる場合であっても、それぞれ独立に浮き上がり量を推定することで、より良好な補正結果を得ることが可能になる。

【0070】請求項32記載の発明は、コンタクトガラスの上もしくは下に接触させた原稿画像を読み取る画像読取手段により読み取られたスキャン画像の画像歪み補正をコンピュータに実行させるプログラムであって、前記画像読取手段により読み取られた前記スキャン画像から野線を抽出する野線抽出機能と、この野線抽出機能により抽出された前記野線の形状から前記原稿画像の前記コンタクトガラスからの浮き上がり量を推定する浮き上がり量推定機能と、この浮き上がり量推定機能により推定された浮き上がり量に基づき、前記スキャン画像に対して補正処理を施す画像補正機能と、を前記コンピュータに実行させる。

【0071】したがって、例えば原稿としてブック原稿を用いた場合、画像読取手段により読み取られたスキャン画像から野線を抽出し、これらの野線の形状の変化に基づいてブック原稿の3次元形状(コンタクトガラスからの浮き上がり量)が推定され、このコンタクトガラスからの浮き上がり量に基づいてスキャン画像の歪みが補正される。これにより、ブック原稿のページ外形が途中で切れているような読み取りスキャン画像であっても、その歪みが少ない計算量で有効に補正される。

【0072】請求項33記載の発明は、請求項32記載のプログラムにおいて、前記野線抽出機能では、前記スキャン画像の画素の中でその画素値が予め定めた濃度値よりも濃い画素の数を前記画像読取手段による画像読取りの副走査方向に関してカウントし、このカウントに基づいて主走査方向に関してのヒストグラムを構成し、そのヒストグラムのパターンに基づいて前記野線を抽出させる。

【0073】したがって、副走査方向に描いた野線が抽出される。

【0074】請求項34記載の発明は、請求項33記載のプログラムにおいて、ヒストグラムに細高いピークが現れた部分を前記野線として判定する。

【0075】したがって、副走査方向に描いた野線が確実に抽出される。

【0076】請求項35記載の発明は、請求項33または34記載のプログラムにおいて、前記浮き上がり量推定機能では、前記野線抽出機能により抽出された前記野線の中からその中で最長の前記野線に対して所定の比率以上の長さを有する前記野線を選択し、さらに選択した前記野線の中で画像の上端もしくは下端に最も近い前記野線を基準野線とし、この基準野線に基づいて浮き上がり量を推定させる。

【0077】したがって、最適な基準野線が選択され、

17

この基準野線に基づくことにより、原稿画像のコンタクトガラスからの浮き上がり量が適正に推定される。

【0078】請求項36記載の発明は、請求項35記載のプログラムにおいて、前記基準野線に含まれる各画素の座標に対してHough変換を施し、前記基準野線の直線部分を推定する。

【0079】したがって、直線と曲線とが混在する場合であっても、直線部分が検出可能になる。

【0080】請求項37記載の発明は、請求項36記載のプログラムにおいて、前記基準野線の形状を最小二乗法により多項式近似する。

【0081】したがって、曲線部分が確実に抽出される。

【0082】請求項38記載の発明は、請求項37記載のプログラムにおいて、前記基準野線の直線部分を曲線部分側に延長した延長部分と曲線部分との距離を測定し、かつ、前記画像読取手段の結像中心線と前記曲線部分との距離を測定し、

(延長部分と曲線部分との距離) / (結像中心線と曲線部分との距離)

により求められる値に対して前記画像読取手段のレンズの中心から前記コンタクトガラスまでの距離を乗じた値を、前記原稿画像の前記コンタクトガラスからの浮き上がり量とみなす。

【0083】したがって、直線の内側への歪み量が測定され、3次元形状が復元される。

【0084】請求項39記載の発明は、請求項38記載のプログラムにおいて、前記画像読取手段による画像読取りの副走査方向における複数位置で、前記原稿画像の前記コンタクトガラスからの浮き上がり量を推定する。

【0085】したがって、適正な浮き上がり量が推定される。

【0086】請求項40記載の発明は、請求項33ないし39の何れか一記載のプログラムにおいて、前記浮き上がり量推定機能では、前記原稿画像の左右ページでそれぞれ独立して行わせる。

【0087】したがって、書籍の表紙や裏表紙に近いページを開いたときのようにブック原稿のページ綴じ部の左右での浮き上がり量が異なる場合であっても、それぞれ独立に浮き上がり量を推定することで、より良好な補正結果を得ることが可能になる。

【0088】請求項41記載の発明のコンピュータに読取り可能な記憶媒体は、請求項21ないし40のいずれか一記載のプログラムを記憶する。

【0089】したがって、この記憶媒体をコンピュータにインストールすることにより、請求項21ないし40のいずれか一記載のプログラムと同様の作用を得ることが可能になる。

【0090】請求項42記載の発明は、コンタクトガラ

18

スの上もしくは下に接触させた原稿画像を読み取る画像読取手段により読み取られたスキャン画像の歪みを補正する画像歪み補正方法であって、前記スキャン画像から文字を切り出して各文字の外接矩形を抽出する文字外接矩形抽出工程と、この文字外接矩形抽出工程により抽出された文字外接矩形に基づいて文字行を抽出する文字行抽出工程と、この文字行抽出工程により抽出された前記文字行の形状から前記原稿画像の前記コンタクトガラスからの浮き上がり量を推定する浮き上がり量推定工程と、この浮き上がり量推定工程により推定された浮き上がり量に基づき、前記スキャン画像に対して補正処理を施す画像補正工程と、を含む。

【0091】したがって、例えば原稿としてブック原稿を用いた場合、画像読取手段により読み取られたスキャン画像から文字行を抽出し、これらの文字行の形状の変化に基づいてブック原稿の3次元形状(コンタクトガラスからの浮き上がり量)が推定され、このコンタクトガラスからの浮き上がり量に基づいてスキャン画像の歪みが補正される。これにより、ブック原稿のページ外形が途中で切れているような読み取りスキャン画像であっても、その歪みが少ない計算量で有効に補正される。

【0092】請求項43記載の発明は、請求項42記載の画像歪み補正方法において、前記スキャン画像の画素の中でその画素値が予め定めた濃度値よりも濃い画素の数を前記画像読取手段による画像読取りの副走査方向に関してカウントし、このカウントに基づいて主走査方向に関してのヒストグラムを構成し、そのヒストグラムのパターンに基づいて前記原稿画像が横書き文書か縦書き文書かを判別する文書判別工程を含む。

【0093】したがって、文書が横書きの場合には山谷の繰り返しパターンが現れ、縦書きの場合にはこのパターンは現れないため、このパターンを利用することで原稿画像が横書きなのか縦書きなのかを判別することが可能になる。

【0094】請求項44記載の発明は、請求項43記載の画像歪み補正方法において、前記スキャン画像の画素の中でその画素値が予め定めた濃度値よりも濃い画素の数が多い部分と少ない部分とが交互に現れるようなパターンのヒストグラムが得られた場合は前記原稿画像を横書き文書と判別し、それ以外の場合は前記原稿画像を縦書き文書と判別する。

【0095】したがって、原稿画像が横書きなのか縦書きなのかを確実に判別することが可能になる。

【0096】請求項45記載の発明は、請求項43または44記載の画像歪み補正方法において、前記文書判別工程により前記原稿画像を横書き文書と判別した場合、前記浮き上がり量推定工程では、前記文字行抽出工程により抽出された前記文字行の中からその中で最長の前記文字行に対して所定の比率以上の長さを有する前記文字行を選択し、さらに選択した前記文字行の中で湾曲量



の程度が最も大きい前記文字行を基準文字行とし、この基準文字行に基づいて浮き上がり量を推定する。

【0097】したがって、最適な基準文字行が選択され、この基準文字行に基づくことにより、原稿画像のコンタクトガラスからの浮き上がり量が適正に推定される。

【0098】請求項46記載の発明は、請求項45記載の画像歪み補正方法において、前記湾曲量は前記文字行に含まれる前記各文字外接矩形の中心座標の画像読み取りの主走査方向における位置座標によって測定し、中心座標の最大値と最小値との差が大きいほど湾曲量が大きいとみなす。

【0099】したがって、湾曲量の最も大きい文字行を確実に基準文字行にすることが可能になる。

【0100】請求項47記載の発明は、請求項43または44記載の画像歪み補正方法において、前記文書判別工程により前記原稿画像を縦書き文書と判別した場合、前記浮き上がり量推定工程では、前記文字行抽出工程により抽出された複数の前記各文字行の先頭の前記文字外接矩形で構成される文字行と前記文字行抽出工程により抽出された複数の前記各文字行の末尾の前記文字外接矩形で構成される文字行との少なくとも一方を選択して基準文字行とし、この基準文字行に基づいて浮き上がり量を推定する。

【0101】したがって、最適な基準文字行が選択され、この基準文字行に基づくことにより、原稿画像のコンタクトガラスからの浮き上がり量が適正に推定される。

【0102】請求項48記載の発明は、請求項45ないし47の何れか一記載の画像歪み補正方法において、前記基準文字行に含まれる前記各文字外接矩形の中心座標に対してHough変換を施し、前記基準文字行の直線部分を推定する。

【0103】したがって、直線と曲線とが混在する場合であっても、直線部分が検出可能になる。

【0104】請求項49記載の発明は、請求項48記載の画像歪み補正方法において、前記基準文字行全体の形状を最小二乗法により多項式近似する。

【0105】したがって、曲線部分が確実に抽出される。

【0106】請求項50の発明は、請求項49記載の画像歪み補正方法において、前記基準文字行の直線部分を曲線部分側に延長した延長部分と曲線部分との距離を測定し、かつ、前記画像読取手段の結像中心線と前記曲線部分との距離を測定し、(延長部分と曲線部分との距離) / (結像中心線と曲線部分との距離) により求められる値に対して前記画像読取手段のレンズの中心から前記コンタクトガラスまでの距離を乗じた値を、前記原稿画像の前記コンタクトガラスからの浮き上がり量とみなす。

【0107】したがって、直線の内側への歪み量が測定され、3次元形状が復元される。

【0108】請求項51記載の発明は、請求項50記載の画像歪み補正方法において、前記画像読取手段による画像読み取りの副走査方向における複数位置で、前記原稿画像の前記コンタクトガラスからの浮き上がり量を推定する。

【0109】したがって、適正な浮き上がり量が推定される。

【0110】請求項52記載の発明は、請求項43ないし51の何れか一記載の画像歪み補正方法において、前記浮き上がり量推定工程を、前記原稿画像の左右ページでそれぞれ独立して行う。

【0111】したがって、書籍の表紙や裏表紙に近いページを開いたときのようにブック原稿のページ綴じ部の左右での浮き上がり量が異なる場合であっても、それぞれ独立に浮き上がり量を推定することで、より良好な補正結果を得ることが可能になる。

【0112】請求項53記載の発明は、コンタクトガラスの上もしくは下に接触させた原稿画像を読み取る画像読取手段により読み取られたスキャン画像の歪みを補正する画像歪み補正方法であって、前記スキャン画像から野線を抽出する野線抽出工程と、この野線抽出工程により抽出された前記野線の形状から前記原稿画像の前記コンタクトガラスからの浮き上がり量を推定する浮き上がり量推定工程と、この浮き上がり量推定工程により推定された浮き上がり量に基づき、前記スキャン画像に対して補正処理を施す画像補正工程と、を含む。

【0113】したがって、例えば原稿としてブック原稿を用いた場合、画像読取手段により読み取られたスキャン画像から野線を抽出し、これらの野線の形状の変化に基づいてブック原稿の3次元形状(コンタクトガラスからの浮き上がり量)が推定され、このコンタクトガラスからの浮き上がり量に基づいてスキャン画像の歪みが補正される。これにより、ブック原稿のページ外形が途中で切れているような読み取りスキャン画像であっても、その歪みが少ない計算量で有効に補正される。

【0114】請求項54の発明は、請求項53記載の画像歪み補正方法において、前記野線抽出工程は、前記スキャン画像の画素の中でその画素値が予め定めた濃度値よりも濃い画素の数を前記画像読取手段による画像読み取りの副走査方向に関してカウントし、このカウントに基づいて主走査方向に関してのヒストグラムを構成し、そのヒストグラムのパターンに基づいて前記野線を抽出する。

【0115】したがって、副走査方向に描いた野線が抽出される。

【0116】請求項55記載の発明は、請求項54記載の画像歪み補正方法において、ヒストグラムに細高いピークが現れた部分を前記野線として判定する。

21

【0117】したがって、副走査方向に描いた野線が確実に抽出される。

【0118】請求項56記載の発明は、請求項54または55記載の画像歪み補正方法において、前記浮き上がり量推定工程では、前記野線抽出工程により抽出された前記野線の中からその中で最長の前記野線に対して所定の比率以上の長さを有する前記野線を選択し、さらに選択した前記野線の中で画像の上端もしくは下端に最も近い前記野線を基準野線とし、この基準野線に基づいて浮き上がり量を推定する。

【0119】したがって、最適な基準野線が選択され、この基準野線に基づくことにより、原稿画像のコンタクトガラスからの浮き上がり量が適正に推定される。

【0120】請求項57記載の発明は、請求項56記載の画像歪み補正方法において、前記基準野線に含まれる各画素の座標に対してHough変換を施し、前記基準野線の直線部分を推定する。

【0121】したがって、直線と曲線とが混在する場合であっても、直線部分が検出可能になる。

【0122】請求項58記載の発明は、請求項57記載の画像歪み補正方法において、前記基準野線の形状を最小二乗法により多項式近似する。

【0123】したがって、曲線部分が確実に抽出される。

【0124】請求項59記載の発明は、請求項58記載の画像歪み補正方法において、前記基準野線の直線部分を曲線部分側に延長した延長部分と曲線部分との距離を測定し、かつ、前記画像読取手段の結像中心線と前記曲線部分との距離を測定し、

(延長部分と曲線部分との距離) / (結像中心線と曲線部分との距離)

により求められる値に対して前記画像読取手段のレンズの中心から前記コンタクトガラスまでの距離を乗じた値を、前記原稿画像の前記コンタクトガラスからの浮き上がり量とみなす。

【0125】したがって、直線の内側への歪み量が測定され、3次元形状が復元される。

【0126】請求項60記載の発明は、請求項59記載の画像歪み補正方法において、前記画像読取手段による画像読み取りの副走査方向における複数位置で、前記原稿画像の前記コンタクトガラスからの浮き上がり量を推定する。

【0127】したがって、適正な浮き上がり量が推定される。

【0128】請求項61記載の発明は、請求項54ないし60の何れか一記載の画像歪み補正方法において、前記浮き上がり量推定工程は、前記原稿画像の左右ページでそれぞれ独立して行う。

【0129】したがって、書籍の表紙や裏表紙に近いページを開いたときのようにブック原稿のページ綴じ部の

22

左右での浮き上がり量が異なる場合であっても、それぞれ独立に浮き上がり量を推定することで、より良好な補正結果を得ることが可能になる。

【0130】請求項62記載の発明の画像読取装置は、コンタクトガラスの上もしくは下に接触させた原稿画像を読み取る画像読取手段と、この画像読取手段により読み取られたスキャン画像の補正を行う請求項1ないし20の何れか一記載の画像歪み補正装置と、を備える。

【0131】したがって、請求項1ないし20の何れか一記載の発明と同様の作用を奏する画像読取装置が得られる。

【0132】請求項63記載の発明の画像形成装置は、コンタクトガラスの上もしくは下に接触させた原稿画像を読み取る画像読取手段と、この画像読取手段により読み取られたスキャン画像の補正を行う請求項1ないし20の何れか一記載の画像歪み補正装置と、この画像歪み補正装置から出力される画像データに基づいた画像を用紙上に印刷する画像印刷装置と、を備える。

【0133】したがって、請求項1ないし20の何れか一記載の発明と同様の作用を奏する画像形成装置が得られる。

【0134】

【発明の実施の形態】本発明の実施の一形態を図1ないし図22に基づいて説明する。本実施の形態の画像歪み補正装置は画像形成装置であるデジタル複写機に備えられており、画像読取装置としてはデジタル複写機のスキャナ部が適用されている。

【0135】ここで、図1はスキャナ部1の構成を示す縦断正面図である。図1に示すように、スキャナ部1は、原稿を載置するコンタクトガラス2と、原稿の露光用の露光ランプ3および第一反射ミラー4からなる第一走行体5と、第二反射ミラー6および第三反射ミラー7からなる第二走行体8と、原稿の画像を読み取る撮像素子としてのCCD (Charge Coupled Device) 9と、このCCD9に結像させるためのレンズユニット10と、原稿を載置する基準になるとともにコンタクトガラス2のズレや外れを防止する原稿スケール11と、この原稿スケール11の下側に設置されたシェーディング補正用の白基準板12と、フレーム14とを備えている。CCD9はセンサボード13上に形成されている。

【0136】原稿の走査時には、第一走行体5および第二走行体8はステッピングモータ24 (図3参照) によって副走査方向に移動する。すなわち、第一走行体5および第二走行体8がコンタクトガラス2の下を走行して、露光ランプ3で原稿を露光走査し、その反射光を第一反射ミラー4、第二反射ミラー6および第三反射ミラー7で反射して、レンズユニット10を通してCCD9に結像させる。ここに、画像読取手段が実現されている。

【0137】このようなスキャナ部1は、このスキャナ

23

部 1 で読み取られた原稿の画像に基づく画像データに応じ、例えば電子写真方式で用紙上に画像の形成を行う画像印刷装置であるプリンタ部（図示せず）を備えるデジタル複写機 16 に搭載されている。図 2 は、スキャナ部 1 を搭載したデジタル複写機 16 の上部部分を示す斜視図である。図 2 に示すように、スキャナ部 1 には、コンタクトガラス 2 に対して開閉自在な圧板 17 と、この圧板 17 の開閉を検出する開閉センサ 18 とが設けられている。なお、デジタル複写機 16 に備えられるプリンタとしては、電子写真方式のほか、インクジェット方式、昇華型熱転写方式、銀塩写真方式、直接感熱記録方式、溶融型熱転写方式など、種々の印刷方式を適用することができる。その具体的な構成については周知であるため、詳細な説明は省略する。

【0138】図 3 は、スキャナ部 1 の制御系の電氣的な接続を示すブロック図である。図 3 に示すように、この制御系は、スキャナ部 1 の全体を制御するメイン制御部 19 に、CCD 9 で読み取った画像データに各種の画像処理を施す回路である画像処理部 20 と、第一走行体 5 および第二走行体 8 を制御する回路である走行体制御部 21 と、デジタル複写機 16 への各種操作を受け付け、また、各種メッセージを表示する操作パネル 22 と、CCD 9 で読み取った画像データや所定のデータ等を記憶するメモリ 23 とが接続されている。なお、操作パネル 22 には、コピー開始を宣言するためのコピースタートキー等が設けられている。また、走行体制御部 21 には、露光ランプ 3 と、第一走行体 5 および第二走行体 8 を駆動するステッピングモータ 24 と、第一走行体 5 および第二走行体 8 がホームポジションにあるか否かを検出するスキャナホームポジションセンサ（HPセンサ）25 と、開閉センサ 18 とが接続されている。

【0139】ここで、図 4 は画像処理部 20 の基本的な内部構成を示すブロック図である。図 4 に示すように、画像処理部 20 は、原稿を CCD 9 により読み取ったアナログ画像信号の増幅処理やデジタル変換処理等を行うアナログビデオ処理部 26、シェーディング補正処理を行うシェーディング補正処理部 27、シェーディング補正処理後のデジタル画像信号に、MTF 補正、変倍処理、γ 補正等の各種画像データ処理を行いスキャン画像を生成する画像データ処理部 28、本実施の形態の特長であるスキャン画像の歪み補正機能を実現する画像歪み補正部 29 から構成されている。以上のような画像処理後のデジタル画像信号は、メイン制御部 19 を介してプリンタ部に送信されて、画像形成に供される。

【0140】メイン制御部 19 は、図 5 に示すように、各部を集中的に制御する CPU（Central Processing Unit）31 を備えており、この CPU 31 には、BIOS などを記憶した読出し専用メモリである ROM（Read Only Memory）32 と、各種データを格換え可能に記憶して CPU 31 の作業エリアとして機能する RAM（Ra-

24

ndom Access Memory）33 とがバス 34 で接続されており、マイクロコンピュータを構成している。さらにバス 34 には、制御プログラムが記憶された HDD 35 と、CD（Compact Disc）ROM 37 を読み取る CD-ROM ドライブ 36 と、プリンタ部等との通信を司るインタフェース（I/F）38 とが接続されている。

【0141】図 5 に示す CD-ROM 37 は、この発明の記憶媒体を実施するものであり、所定の制御プログラムが記憶されている。CPU 31 は、CD-ROM 37 に記憶されている制御プログラムを CD-ROM ドライブ 36 で読み取り、HDD 35 にインストールする。これにより、メイン制御部 19 は、後述するような各種の処理を行うことが可能な状態となる。

【0142】なお、記憶媒体としては、CD-ROM 37 のみならず、DVD などの各種の光ディスク、各種光磁気ディスク、フロッピー（登録商標）ディスクなどの各種磁気ディスク、半導体メモリ等、各種方式のメディアを用いることができる。また、インターネットなどのネットワークからプログラムをダウンロードし、HDD 35 にインストールするようにしてもよい。この場合に、送信側のサーバでプログラムを記憶している記憶装置も、この発明の記憶媒体である。なお、プログラムは、所定の OS（Operating System）上で動作するものであってもよいし、その場合に後述の各種処理の一部の実行を OS に肩代わりさせるものであってもよいし、ワープロソフトなど所定のアプリケーションソフトや OS などを構成する一群のプログラムファイルの一部として含まれているものであってもよい。

【0143】次に、メイン制御部 19 に設けられた CPU 31 が制御プログラムに基づいて実行する各種処理の内容について説明する。ここでは、CPU 31 が実行する処理のうち、本実施の形態のスキャナ部 1 が備える特長であるスキャン画像の歪み補正機能を実現する画像歪み補正部 29 におけるスキャン画像の歪み補正処理についてのみ説明する。

【0144】図 6 は、スキャン画像の歪み補正処理の流れを概略的に示すフローチャートである。なお、ここでは、図 7 に示すように、ブック原稿 40 のページ綴じ部 41 とスキャナ部 1 の画像読み取りの主走査方向とが平行になるように位置させてブック原稿 40 をコンタクトガラス 2 上に下向きに載置した場合について説明する。

【0145】まず、ステップ S1 において、画像データ処理部 28 から出力されたコンタクトガラス 2 に載置されているブック原稿 40 のスキャン画像を入力する。ここで、図 8 は入力した画像の一例を示したものである。そして、図 9 に示すように、入力されたブック原稿 40 のスキャン画像には、ページ綴じ部 41 の近傍において歪みが生じている。

【0146】続いて、ブック原稿 40 のスキャン画像（例えば、モノクロ多値画像）の最適 2 値化処理を実行



25

し(ステップS2)、副走査方向の黒画素(スキャン画像の画素の中でその画素値が予め定めた濃度値よりも濃い画素)数のヒストグラムを求める(ステップS3)。図10は、図8に示した画像の黒画素ヒストグラムである。図10中の横軸は、副走査方向の黒画素(スキャン画像の画素の中でその画素値が予め定めた濃度値よりも濃い画素)の位置を示し、図10中の縦軸は、その位置毎の黒画素数を示すものである。

【0147】次に、ステップS4において、歪み補正処理を文字情報を利用して行うか野線情報を利用して行うかの指定に待機する。

【0148】操作パネル22等を介して歪み補正処理を文字情報を利用して行う旨の宣言がなされた場合には(ステップS4のN)、ステップS5に進み、文字が横書きであるか縦書きであるかを判別する。文字が横書きであるか縦書きであるかの判別は、ステップS3で求めた横方向(副走査方向)の黒画素数のヒストグラムに基づいて行う。例えば、図8に示すような横書きの画像の場合には、ヒストグラムに山谷の繰り返しパターンが現れ、縦書きの場合はこのパターンはない。この特徴を用いることにより、文字が横書きであるか縦書きであるかを判別する。ここに、文書判別手段の機能が実行される。

【0149】なお、スキャン画像がカラー多値画像の場合における2値化処理は、例えばRGB成分の何れか一つの成分に着目し(例えばG成分)、G成分の所定の濃度閾値よりも大きいものを黒画素とし、G成分の所定の濃度閾値よりも小さいものを白画素とすれば良い。また、RGBを色変換して輝度成分と色差成分とに分け、輝度成分で閾値処理を行うようにしても良い。

【0150】文字が横書きであると判別された場合には(ステップS5のY)、黒画素が連続に繋がる文字単位の矩形抽出処理を行うとともに(ステップS6:文字外接矩形抽出手段)、文字行の抽出処理を行って最適な基準文字行を選択する(ステップS7:文字行抽出手段)。なお、文字認識処理については周知の技術であるので、その説明は省略する。ここで、二値化されたスキ

$$\rho = x \cdot \cos \theta + y \cdot \sin \theta$$

ここで、(x, y)は点Pの座標であり、ρは原点Oと点Pとの距離である。θは直線POとx軸とがなす角度である。矩形中心座標(x<sub>i</sub>, y<sub>i</sub>)を離散化(メッシュ化)された(ρ, θ)パラメータ平面へと射影する。

(x, y)平面の1点は、(ρ, θ)平面では1本の曲線に射影される。平面上の各メッシュについて曲線の通過数をカウントすると、通過数の多いメッシュは対応する直線があることを示す。1つの文字行には1本の直線しかないので曲線が最も多く通過するメッシュを見つけ

$$y = a_0 + a_1 x^1 + a_2 x^2 + \dots + a_n x^n \quad \dots (2)$$

ここで、(x, y)文字矩形中心の座標であり、

(a<sub>0</sub>, a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>, ..., a<sub>n</sub>)は多項式の係数で

26

ン画像の文字外接矩形抽出処理および文字行抽出処理の結果の一例を図11に示す。文字外接矩形抽出処理および文字行抽出処理後には、数多くの行が得られるが、例えば図12に示すように、その中で一定の長さ以上の行を選び、さらにその中でもっとも湾曲量が大きい行を最適な基準文字行として選択する。なお、一定の長さ以上の行とは、例えば、最も長い行の80%より長い行とする。また、ブック原稿40のページ綴じ部41の境界線より左側1行、右側1行をそれぞれ選択する。さらに、湾曲量は、文字行に含まれる各文字外接矩形の中心座標の主走査方向における位置によって測定し、中心座標の最大値と最小値との差が大きいほど湾曲量が大きいとみなす。

【0151】なお、最適な基準文字行の選択方法としては、上述したような最も湾曲量が大きい行を最適な基準文字行として選択するものに限るものではない。例えば、図13(a)に示すように一定の長さ以上の行の中で最も画像の上端に近い行を最適な基準文字行として選択するようにしても良いし、図13(b)に示すように一定の長さ以上の行の中で最も画像の下端に近い行を最適な基準文字行として選択するようにしても良いし、図13(c)に示すようにブック原稿40のページ綴じ部41に最も近い行を最適な基準文字行として選択するようにしても良い。また、特に図示はしないが、最も長い行を最適な基準文字行として選択するようにしても良い。さらに、湾曲量、ページ綴じ部41までの距離、上端または下端までの距離等をパラメータ化し、これらのパラメータに応じた演算結果に基づいて最適な基準文字行を選択するようにしても良い。

【0152】続いて、ステップS7で抽出した基準文字行の直線部分を抽出する(ステップS8)。基準文字行の直線部分の抽出は、各矩形中心座標値のHough変換により行う。

【0153】Hough変換の原理を以下に示す。図14に示すように画像上の点P(x, y)を通過する直線は次の式(1)を満たす。

$$\dots (1)$$

れば、直線を抽出することができる。この方法は、ノイズに非常に強く、直線と曲線が混在する場合にも直線部分を抽出することができる。図11の直線を抽出した結果を図15に示す。

【0154】続いて、基準文字行の曲線部分を求める(ステップS9)。ステップS7で抽出した基準文字行を以下に示す多項式(2)で近似し、最小2乗法により多項式の係数を求める。つまり、ステップS9は、行の曲線部分を多項式で近似するものである。

ある。抽出した曲線部分の結果を図16に示す。

【0155】次に、ステップS8で求めた基準文字行の

27

直線部分とステップS9で求めた基準文字行の曲線部分との間の距離を測定し(ステップS10)、3次元形状復元を行う(ステップS11)。図17は、基準文字行の直線部分と基準文字行の曲線部分との距離を示したものである。

【0156】スキヤンの主走査方向とブック原稿40のページ綴じ部41の境界線が平行な場合、レンズユニット10等のスキヤナーレンズによるブック原稿40を読み取るとき、結像系は次の特性を持つ。主走査方向は中心投影であり、副走査方向は平射投影である。ここで、これらの特性を利用して、3次元形状復元を行う。中心投影する場合、図18と図19に示すようにブック原稿40の表面はコンタクトガラス2の表面から浮いて結像距離が遠くなり、画像の拡大倍率は小さくなるので、外形エッジの直線はだんだん内側に湾曲していく。図19の縮む量ABを測定すれば、図18に浮いた本の表面の高さdを計算できる。従って、直線の内側への歪み量を

$$d/F = AB/AO' \\ AB/AO' = (y' - y)/y$$

また、式(3)、(4)により、ブック原稿40の浮き

$$d = F \times ((y' - y)/y)$$

この式(5)により2次元の歪み量から3次元形状が求められることがわかる。ここで、歪み量 $(y' - y)$ と距離yは画像から求められるが、本実施の形態では、これを文字行あるいは野線の直線成分と曲線部分との距離から求めるものである。レンズの焦点距離Fはスキヤナ部1によって定まる既知量であり、スキヤナ部1の設定値かレンズの校正値を用いる。以上のステップS8～S11により、浮き上がり量推定手段の機能が実行される。

【0158】続いて、3次元形状に基づいてスキヤン画像の歪み補正を行うとともに(ステップS12)、画像の輝度補正を行う(ステップS13)。ブック原稿40のページ綴じ部41に平行な方向では、図21に示すように画像下部分の外形が直線となるようにスキヤン画像の縦方向を1列ずつシフトする。そして、スキヤン画像の上部の点線から内側へ縮む量により縮小倍率を計算し、変倍処理を行う。垂直方向では、ブック原稿40の表面に沿って、スキヤン画像を引き伸ばす。また、縦方向の各画素列のもっとも白い画像を基準にして、画像の輝度補正を行う。詳細については、特開平11-41455号公報に開示されているためその説明は省略する。以上のステップS12～S13により、画像補正手段の機能が実行される。

【0159】一方、文字が縦書きであると判別された場合には(ステップS5のN)、ステップS14に進み、矩形抽出と縦方向の行の抽出処理を行う。ステップS14では、各文字行の一番上(先頭)の矩形で構成される行と各文字行の一番下(末尾)の矩形で構成される行との少なくとも一方を選択して基準文字行とし、縦行の外

28

測定すれば、3次元形状(ブック原稿40のコンタクトガラス2からの浮き上がりの量)を復元できる。

【0157】ここで、ブック原稿40を水平にコンタクトガラス2上に置くことを仮定する。そうすると、3次元の形状は2次元になる。スキヤナーレンズの結像関係を図20に示す。OO'はレンズの光軸であり、Oはレンズの中心である。Fはレンズの中心Oからスキヤナ表面(コンタクトガラス2)までの距離で、これを、スキヤナの焦点距離と言う。スキヤナ表面上の点Bは結像面でDに結像する。浮いた製本(ブック原稿40)の表面上の点CはEに結像する。それぞれの結像面の中心O'との距離は $y'$ と $y$ である(第一走行体5および第二走行体8が副走査方向に移動することによって、中心Oも移動するが、その軌跡を結像中心線と呼ぶことにする)。三角形の相似関係により次の関係式(3)、(4)が得られる。

$$\dots (3)$$

$$\dots (4)$$

上がりの量dが次式(5)により得られる。

$$\dots (5)$$

形を求める。すなわち、図22に示すように、各文字行の一番上(先頭)からのみ基準文字行を作成する(もしくは、各文字行の一番下(末尾)からのみ基準文字行を作成する)場合が一例として挙げられるが、各文字行の一番上(先頭)から基準文字行を作れなかった場合には各文字行の一番下(末尾)から基準文字行を作成するようにしても良いし、各文字行の一番下(末尾)から基準文字行を作れなかった場合には一番上(先頭)から基準文字行を作成するようにしても良い。さらに、補正精度を高めるために、各文字行の一番上(先頭)の矩形で構成される行と各文字行の一番下(末尾)の矩形で構成される行との両方を基準文字行としても良い。さらに、湾曲量、ページ綴じ部41までの距離、上端または下端までの距離等をパラメータ化し、これらのパラメータに応じた演算結果に基づいて最適な基準野線を選択するようにしても良い。

【0160】続くステップS8～S13では、この基準文字行を構成する各矩形の中心座標を用いて、画像の歪み補正処理を行う。

【0161】また、歪み補正処理を野線情報を利用して行う旨の宣言がなされた場合には(ステップS4のY)、横方向(副走査方向)に描いた野線を抽出する(ステップS15:野線抽出手段)。ステップS15では、ステップS3で求めた横方向(副走査方向)の黒画素数のヒストグラムを用いる。図23に示すように、横方向に描いた野線が存在する場合には、ヒストグラムに細高いピークが現れるので、それを利用して野線を抽出し、その中から一定の長さ以上の野線を選ぶ。一定の長さを指定するとき、例えば、もっとも長い野線の80%

29

より長い野線とする。そして、例えば図24に示すように、選択した野線の中で画像の上端に最も近い野線を基準野線として選択する。また、ブック原稿40のページ綴じ部41の境界線より左側1野線、右側1野線をそれぞれ選択する。

【0162】なお、最適な基準野線の選択方法としては、上述したような最も画像の上端に近い野線を最適な基準野線として選択するものに限るものではない。例えば、図25(a)に示すように一定の長さ以上の野線の中で最も湾曲量が大きい野線を最適な基準野線として選択するようにしても良いし、図25(b)に示すように一定の長さ以上の野線の中で最も画像の下端に近い野線を最適な基準野線として選択するようにしても良いし、図25(c)に示すようにブック原稿40のページ綴じ部41に最も近い野線を最適な基準野線として選択するようにしても良い。また、特に図示はしないが、最も長い野線を最適な基準野線として選択するようにしても良い。

【0163】続くステップS8～S13は、基本的に文字情報を利用した場合と同様であるため、説明は省略する。

【0164】ここで、図26は歪みを補正した画像を示す平面図である。以上の処理によれば、図8に示したようなブック原稿40のページ綴じ部41の近傍において生じていたスキャン画像の歪みが、図26に示すように補正されることになる。

【0165】なお、本実施の形態においては、画像読取装置としてデジタル複写機のスキャナ部1を適用したが、これに限るものではなく、例えば自動ページ捲り機能を搭載したスキャナ等に適用するようにしても良い。

【0166】また、本実施の形態においては、ブック原稿40のページ綴じ部41とスキャナ部1の画像読み取りの主走査方向とが平行になるように位置させてブック原稿40をコンタクトガラス2上に下向きに載置した場合について説明したが、これに限るものではない。例えば、図27に示すように、上向きのブック原稿40をコンタクトガラス2の下方からコンタクトガラス2に対して押し付けるように接触させるものであっても良い。

【0167】なお、本実施の形態においては、画像歪み補正装置を画像形成装置であるデジタル複写機16に備え、デジタル複写機16のスキャナ部1で読み取ったスキャン画像に対して画像の歪み補正処理を施すようにしたが、これに限るものではない。例えば、原稿画像を読み取る画像読取手段を備えたイメージスキャナをパーソナルコンピュータに接続するとともに、このパーソナルコンピュータのHDDに記憶媒体であるCD-ROM37に格納されたプログラムをインストールすることによって画像歪み補正装置を構成しても、前述したような各種の作用効果と同様の作用効果を得ることができる。また、記憶媒体であるCD-ROM37に格納されたプロ

30

グラムをパーソナルコンピュータのHDDにインストールすることによって画像歪み補正装置を構成し、予め画像読取手段により読み取られたスキャン画像に対して歪み補正処理を施すようにしても良い。

【0168】

【発明の効果】請求項1、21、42記載の発明によれば、例えば原稿としてブック原稿を用いた場合、画像読取手段により読み取られたスキャン画像から文字行を抽出し、これらの文字行の形状の変化に基づいてブック原稿の3次元形状（コンタクトガラスからの浮き上がり量）を推定し、このコンタクトガラスからの浮き上がり量に基づいてスキャン画像の歪みを補正することにより、ブック原稿のページ外形が途中で切れているような読み取りスキャン画像であっても、その歪みを少ない計算量で有効に補正することができる。

【0169】請求項2、22、43記載の発明によれば、文書が横書きの場合には山谷の繰り返しパターンが現れ、縦書きの場合にはこのパターンは現れないため、このパターンを利用することで原稿画像が横書きなのか縦書きなのかを判別することができる。

【0170】請求項3、23、44記載の発明によれば、原稿画像が横書きなのか縦書きなのかを確実に判別することができる。

【0171】請求項4、24、45記載の発明によれば、最適な基準文字行が選択され、この基準文字行に基づくことにより、原稿画像のコンタクトガラスからの浮き上がり量を適正に推定することができる。

【0172】請求項5、25、46記載の発明によれば、湾曲量の最も大きい文字行を確実に基準文字行にすることができる。

【0173】請求項6、26、47記載の発明によれば、最適な基準文字行が選択され、この基準文字行に基づくことにより、原稿画像のコンタクトガラスからの浮き上がり量を適正に推定することができる。

【0174】請求項7、27、48記載の発明によれば、直線と曲線とが混在する場合であっても、直線部分を検出することができる。

【0175】請求項8、28、49記載の発明によれば、曲線部分を確実に抽出することができる。

【0176】請求項9、29、50記載の発明によれば、直線の内側への歪み量を測定し、3次元形状を復元することができる。

【0177】請求項10、30、51記載の発明によれば、適正な浮き上がり量を推定することができる。

【0178】請求項11、31、52記載の発明によれば、書籍の表紙や裏表紙に近いページを開いたときのようにブック原稿のページ綴じ部の左右での浮き上がり量が異なる場合であっても、それぞれ独立に浮き上がり量を推定することで、より良好な補正結果を得ることができる。

【0179】請求項12, 32, 53記載の発明によれば、例えば原稿としてブック原稿を用いた場合、画像読取手段により読み取られたスキャン画像から野線を抽出し、これらの野線の形状の変化に基づいてブック原稿の3次元形状（コンタクトガラスからの浮き上がり量）を推定し、このコンタクトガラスからの浮き上がり量に基づいてスキャン画像の歪みを補正することにより、ブック原稿のページ外形が途中で切れているような読み取りスキャン画像であっても、その歪みを少ない計算量で有効に補正することができる。

【0180】請求項13, 33, 54記載の発明によれば、副走査方向に描いた野線を抽出することができる。

【0181】請求項14, 34, 55記載の発明によれば、副走査方向に描いた野線を確実に抽出することができる。

【0182】請求項15, 35, 56記載の発明によれば、最適な基準野線が選択され、この基準野線に基づくことにより、原稿画像のコンタクトガラスからの浮き上がり量を適正に推定することができる。

【0183】請求項16, 36, 57記載の発明によれば、直線と曲線とが混在する場合であっても、直線部分を検出することができる。

【0184】請求項17, 37, 58記載の発明によれば、曲線部分を確実に抽出することができる。

【0185】請求項18, 38, 59記載の発明によれば、直線の内側への歪み量を測定し、3次元形状を復元することができる。

【0186】請求項19, 39, 60記載の発明によれば、適正な浮き上がり量を推定することができる。

【0187】請求項20, 40, 61記載の発明によれば、書籍の表紙や裏表紙に近いページを開いたときのようにブック原稿のページ綴じ部の左右での浮き上がり量が異なる場合であっても、それぞれ独立に浮き上がり量を推定することで、より良好な補正結果を得ることができる。

【0188】請求項41記載の発明によれば、請求項21ないし40のいずれか一記載のプログラムを記憶することにより、この記憶媒体をコンピュータにインストールすることで、請求項21ないし40のいずれか一記載のプログラムと同様の効果を得ることができる。

【0189】請求項62記載の発明によれば、請求項1ないし20の何れか一記載の発明と同様の効果を奏する画像読取装置を得ることができる。

【0190】請求項63記載の発明によれば、請求項1ないし20の何れか一記載の発明と同様の効果を奏する画像形成装置を得ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態のスキャナ部の構成を示す縦断正面図である。

【図2】スキャナ部を搭載したデジタル複写機の上部部

分を示す斜視図である。

【図3】スキャナ部の制御系の電氣的な接続を示すブロック図である。

【図4】画像処理部の基本的な内部構成を示すブロック図である。

【図5】メイン制御部の電氣的な接続を示すブロック図である。

【図6】スキャン画像の歪み補正処理の流れを概略的に示すフローチャートである。

10 【図7】スキャナ部のコンタクトガラス上にブック原稿を載置した状態を示す斜視図である。

【図8】入力した画像の一例を示す平面図である。

【図9】スキャン画像のページ綴じ部の近傍の歪みを示す説明図である。

【図10】図8に示した画像の黒画素ヒストグラムである。

【図11】スキャン画像の文字外接矩形抽出処理および文字行抽出処理の結果の一例を示す説明図である。

【図12】最も湾曲量が大きい行を最適な基準文字行として選択した例を示す説明図である。

【図13】(a)は最も画像の上端に近い行を最適な基準文字行として選択した例を示す説明図、(b)は最も画像の下端に近い行を最適な基準文字行として選択した例を示す説明図、(c)はページ綴じ部に最も近い行を最適な基準文字行として選択した例を示す説明図である。

【図14】Hough変換の原理を示す説明図である。

【図15】Hough変換により図11の直線を抽出した結果を示す説明図である。

30 【図16】最小2乗法により図11の曲線部分を抽出した結果を示す説明図である。

【図17】基準文字行の直線部分と基準文字行の曲線部分との距離を示す説明図である。

【図18】本の表面の浮いた高さを示す説明図である。

【図19】画像が縮む量を示す説明図である。

【図20】スキャナーレンズの結像関係を示す説明図である。

【図21】画像シフトを示す説明図である。

40 【図22】文字が縦書きである場合の基準文字行を示す説明図である。

【図23】横方向に描いた野線を示す説明図である。

【図24】最も画像の上端に近い野線を最適な基準野線として選択した例を示す説明図である。

【図25】(a)は最も湾曲量が大きい野線を最適な基準野線として選択した例を示す説明図、(b)は最も画像の下端に近い野線を最適な基準野線として選択した例を示す説明図、(c)はページ綴じ部に最も近い野線を最適な基準野線として選択した例を示す説明図である。

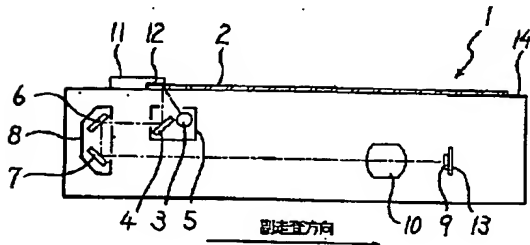
【図26】歪みを補正した画像を示す平面図である。

50 【図27】コンタクトガラスにブック原稿を下方から押

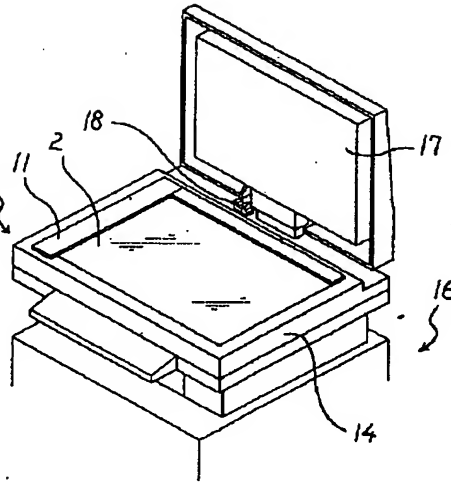
33  
し付けるように接触させた状態を示す正面図である。  
【符号の説明】  
1 画像読取装置

34  
2 コンタクトガラス  
16 画像形成装置  
37 記憶媒体

【図1】

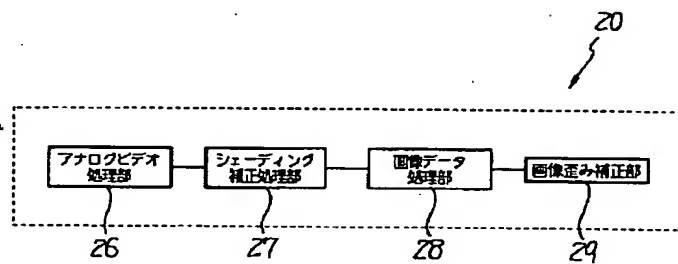
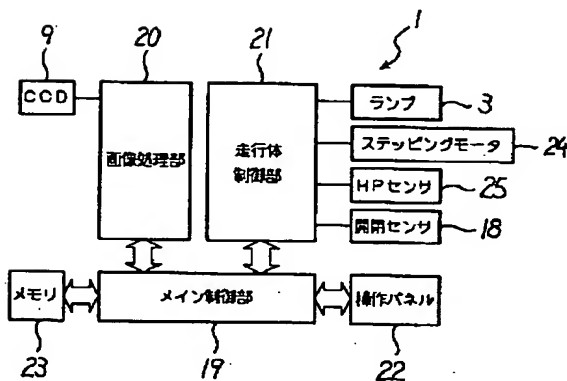


【図2】



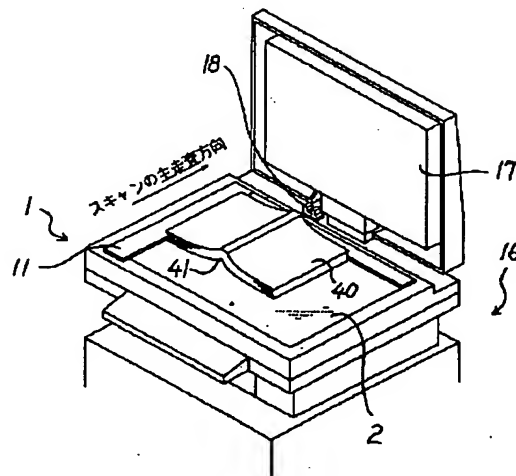
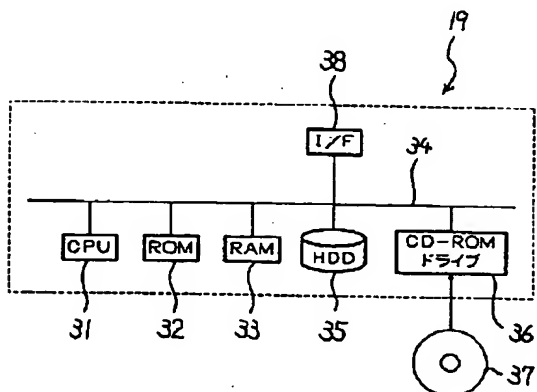
【図3】

【図4】

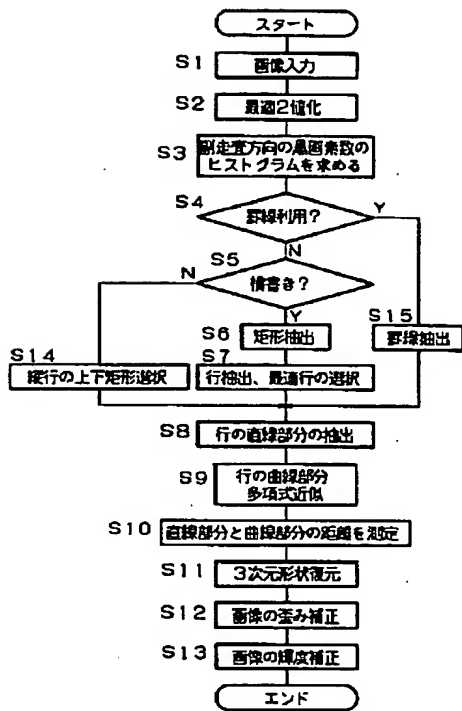


【図7】

【図5】

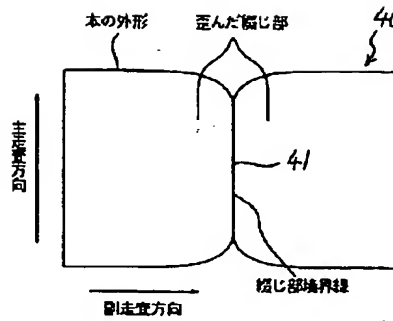


【図6】



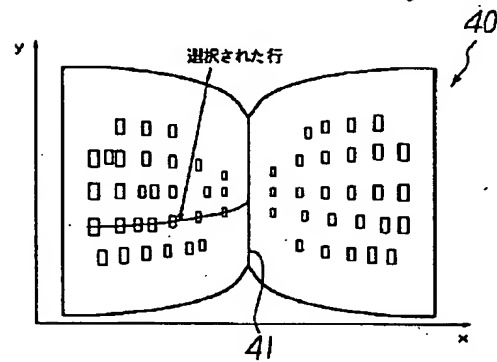
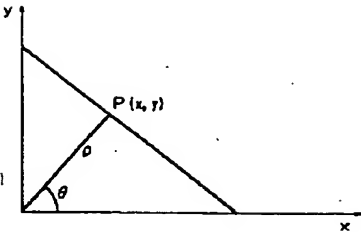
【図10】

【図9】

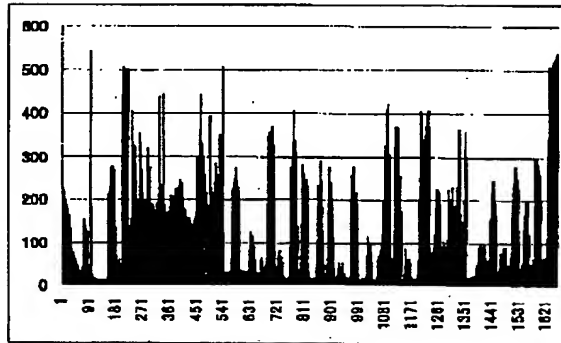


【図12】

【図14】

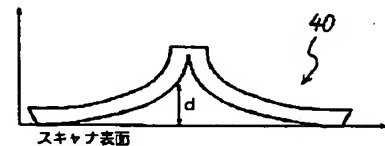


【図17】



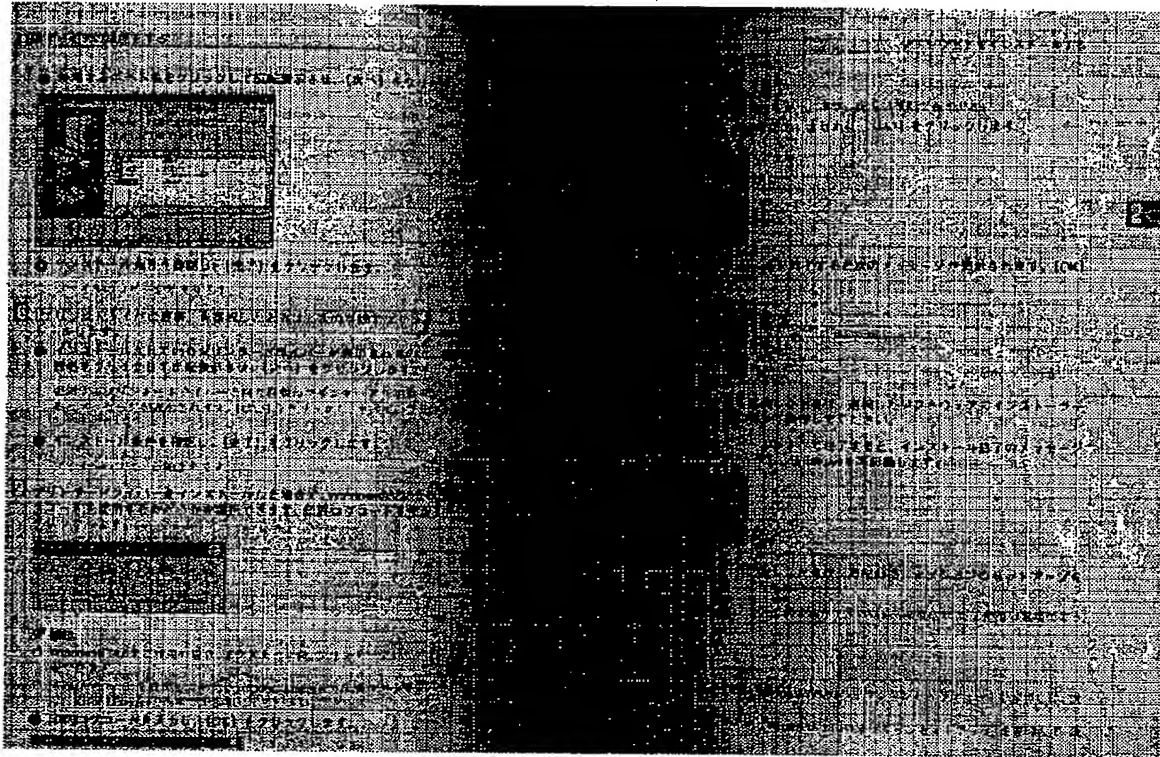
【図11】

【図18】

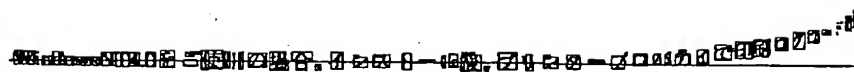


矩形抽出、行抽出処理を行った結果

【図8】

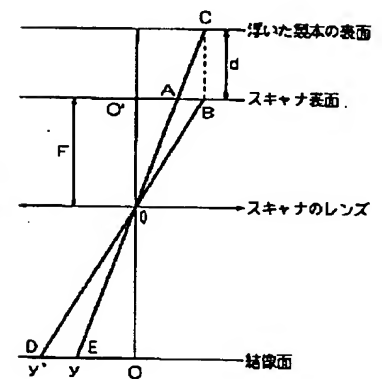


【図15】



Hough変換により求めた直線部分

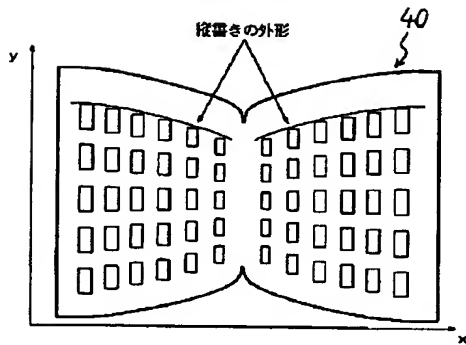
【図20】



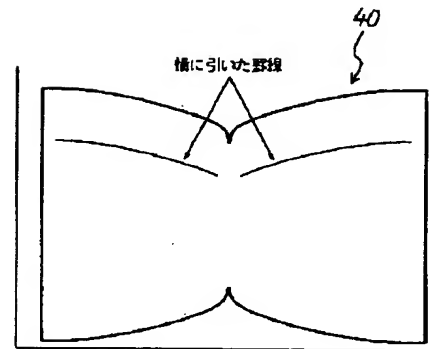




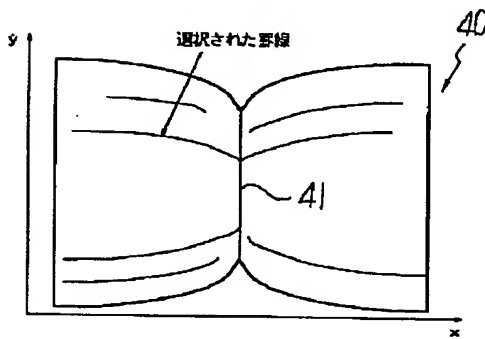
【図 22】



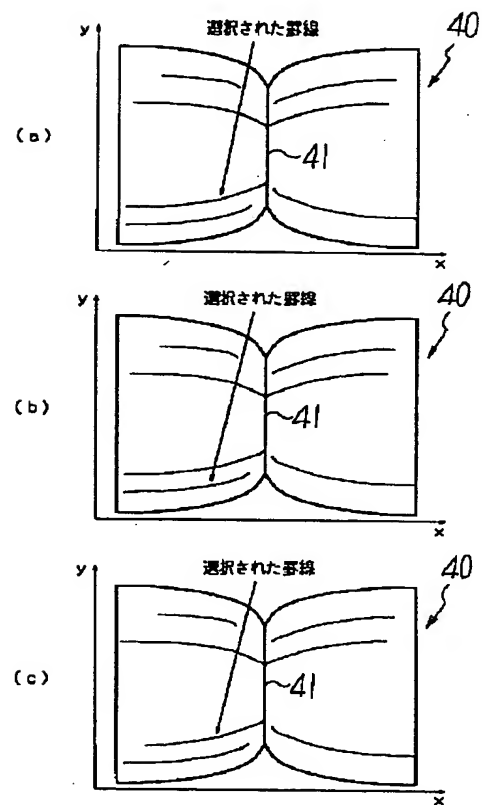
【図 23】



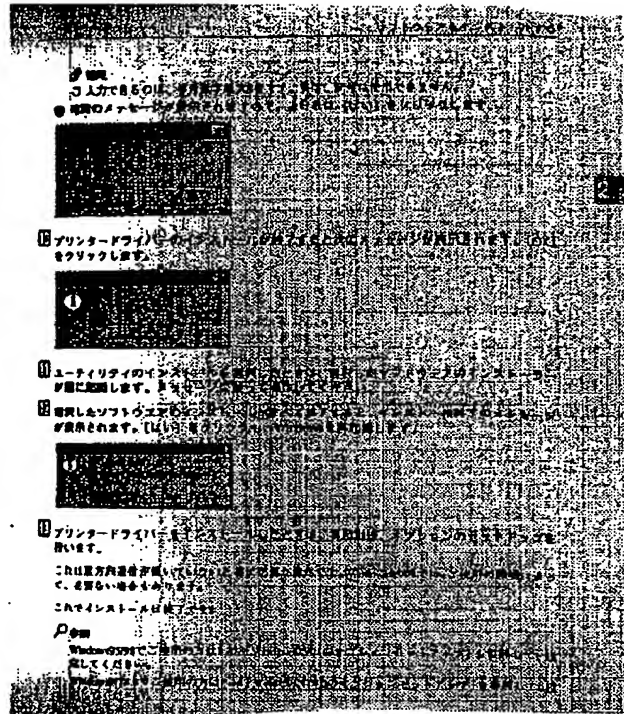
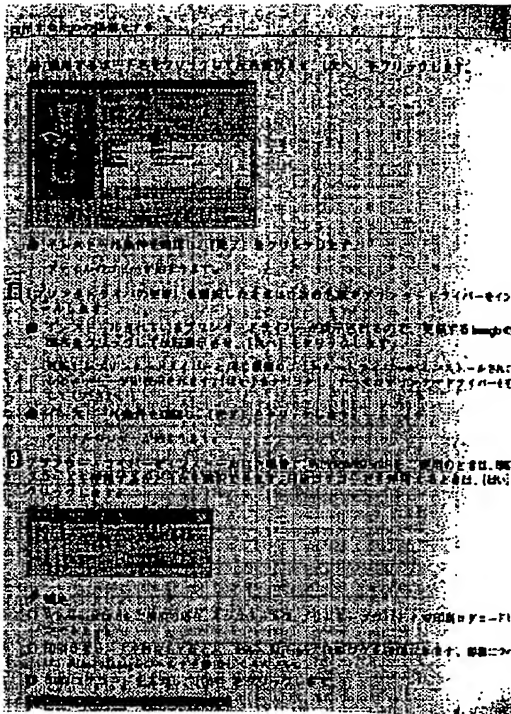
【図 24】



【図 25】



【図26】



## フロントページの続き

Fターム(参考) 5B057 AA11 BA02 CA01 CA08 CA12  
 CA16 CB01 CB08 CB11 CB16  
 CC01 CD12 DA08 DA17 DB02  
 DB06 DB09 DC02 DC09 DC13  
 DC16 DC23  
 5C072 AA01 BA17 LA02 UA11 UA13  
 UA14 UA17 VA06  
 5C077 LL02 LL18 MP04 PP21 PP43  
 PP47 PP58 PQ12 PQ17 PQ19  
 TT06

30